

MARCOS WEBER DO CANTO

**DINÂMICA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO ANIMAL EM
CAPIM TANZÂNIA ADUBADO COM DOSES
DE NITROGÊNIO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA
2003



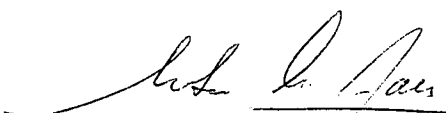
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

PARECER


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **MARCOS WEBER DO CANTO**, sob o título "**DINÂMICA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO ANIMAL EM CAPIM TANZÂNIA ADUBADO COM DOSES DE NITROGÊNIO**", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Tese.


Curitiba, 12 de Setembro de 2003.



Professor Dr. Esteban Alberto Pizzaro
Primeiro Examinador



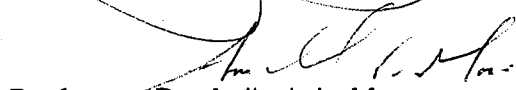
Dr. Sérgio José Alves
Segundo Examinador



Professor Dr. João Ricardo Dittrich
Terceiro Examinador



Professor Dr. Paulo César de Faccio Carvalho
Quarto Examinador



Professor Dr. Anibal de Moraes
Presidente da Banca e Orientador

*Aos meus Pais, Vicentino Soares do Canto
“in memorian” e Maria Therezinha Weber do Canto,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Aníbal de Moraes, pela orientação, amizade e confiança.

Ao Professor Paulo César de Faccio Carvalho, pela co-orientação, valiosas sugestões, amizade e colaboração em todas as etapas do trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, pelo agradável ambiente profissional. Gostaria de agradecer especialmente aos Professores João Ricardo Dittrich e Alda Lúcia Gomes Monteiro, ao Pesquisador César Poli da Embrapa e a colega Deonísia Martinichen, pela leitura, revisão e sugestões, apresentadas ao manuscrito da Tese durante a pré-defesa.

Dívidas pessoais nunca poderão ser agradecidas adequadamente. A minha esposa Maria Luiza Corrêa do Canto e ao meu filho Vinícius Corrêa do Canto, seus apoios durante o Curso de Doutorado foram verdadeiros atos de amor. Aos colegas Amadeo Bona Filho, Ana Luísa Palhano, Patrícia Bortollini, Henrique Coimbra e Lia Coimbra, pelo companheirismo durante todo o Curso. Pronta ajuda também veio de Adriana Letícia Ciola, Lilian Dena dos Santos, Idiane Mallmann, Silvana Ribeiro Ermita, Lydiane Damasceno Carvalho, Graziela Aparecida Santello e Fábio Jacobs Dias, estagiários de Forragicultura do Curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelo incansável auxílio na execução dos trabalhos de morfogênese no campo e na separação botânica e morfológica das plantas. Manuel Antonio Magalhães e André Ricardo Hoeschl ajudaram nos trabalhos de morfogênese, nas várias amostragens nas pastagens e com o manejo dos animais.

William Watfe, Médico e Pecuarista, proprietário da Fazenda Nossa Senhora Aparecida e Eduardo Watfe, seu filho, Zootecnista, agradeço pelos incentivos e apoios para a realização deste trabalho em todas as suas etapas. Sou especialmente grato ao apoio do Eduardo Watfe que se prontificou a manter o projeto num momento em que tudo parecia estar indo “por água abaixo” em razão da falta dos adubos.

A CAPES, pela bolsa de estudos e a Empresa de Fertilizantes Fertiza S.A., pelo fornecimento do adubo fosfatado e nitrogenado. Aos colegas Professores do Setor de Pastagens da Universidade Estadual de Maringá, Ulysses Cecato e Clóves Cabrera Jobim, que no ínterim dos anos de afastamento para o Curso de Doutorado assumiram minhas funções na Universidade.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MARCOS WEBER DO CANTO, filho de Vicentino Soares do Canto e de Maria Therezinha Weber do Canto, nasceu no dia 23 de dezembro de 1962, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. É casado com Maria Luiza Corrêa do Canto e pai de um filho, Vinícius Corrêa do Canto.

Cursou o ensino de primeiro e segundo graus em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Em julho de 1990 recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria. Durante os três anos finais do Curso de Graduação nessa Universidade foi estagiário do Setor de Plantas Forrageiras do Departamento de Zootecnia. No mês de agosto de 1994 recebeu o título de Mestre em Zootecnia na área de concentração Manejo e Utilização de Pastagens, também na Universidade Federal de Santa Maria.

De abril de 1993 a fevereiro de 1994 trabalhou na Empresa Agropecuária Cabanha Cerro Coroadó. Foi professor substituto na Universidade Federal de Santa Maria na disciplina de Forragicultura durante os meses de março de 1995 a fevereiro de 1996. A partir de fevereiro de 1997 faz parte do quadro de professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá, Estado do Paraná. Na Universidade Estadual de Maringá além de ministrar as disciplinas de Forragicultura e de Bovinos de Corte atuou em atividades de Pesquisa do Curso de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia. Em março de 2000 iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NO ESTADO DO PARANÁ.....	04
2.2 ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO EM PASTAGENS.....	05
2.3 FLUXOS DE MASSA SECA EM PASTAGENS.....	18
2.4 RESPOSTA DE PASTAGENS DE GRAMÍNEAS AO NITROGÊNIO.....	27
2.4.1 Rendimento de forragem.....	27
2.4.2 Composição botânica.....	32
2.5 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM E O NITROGÊNIO.....	34
2.6 PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS DE <i>Panicum maximum</i>	41
2.7 EFEITO DE APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO REALIZADAS DURANTE A ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO SOBRE A ESTAÇÃO DO OUTONO NAS PASTAGENS DE GRAMÍNEAS.....	46
3 METODOLOGIA.....	50
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	50
3.2 CARACTERÍSTICAS DE CLIMA.....	50
3.3 SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	52
3.4 HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	53
3.5 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	55
3.6 ADUBAÇÕES.....	55
3.7 TÉCNICAS DE PASTEJO E ANIMAIS EXPERIMENTAIS.....	56
3.8 ALTURA DO PASTO.....	58
3.9 AVALIAÇÕES NAS PASTAGENS.....	59
3.9.1 Características da pastagem.....	59
3.9.1.1 Massa de forragem.....	59
3.9.1.2 Participação na massa seca dos componentes morfológicos lâmina de folha	

verde, bainha verde + colmo verde, forragem morta e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde.....	60
3.9.1.3 Massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta.....	60
3.9.1.4 Índice de área foliar.....	60
3.9.2 Composição botânica.....	61
3.9.3 Perfilhamento.....	62
3.9.4 Taxa de acúmulo de massa seca e acúmulo de massa seca.....	63
3.9.5 Percentagem de solo descoberto e solo coberto de liteira.....	64
3.9.6 Qualidade da forragem.....	64
3.9.7 Massa seca por unidade de comprimento.....	65
3.9.8 Crescimento e senescência dos tecidos da parte aérea das plantas.....	65
3.9.8.1 Taxa de expansão foliar.....	69
3.9.8.2 Taxa de senescência foliar.....	69
3.10 RESPOSTA ANIMAL.....	70
3.10.1 Avaliação da massa corporal dos animais.....	70
3.10.2 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada.....	70
3.10.3 Carga animal, número de animais.dia e rendimento animal por unidade de área..	71
3.11 OFERTA DE FORRAGEM.....	71
3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.1 PERÍODO 1.....	74
4.1.1 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM.....	74
4.1.1.1 Massa de forragem, massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta...	74
4.1.1.2 Índice de área foliar e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde.....	80
4.1.1.3 Forragem verde, lâmina de folha verde, bainha verde + colmo verde e forragem morta.....	84
4.1.2 PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO E DE SOLO COBERTO DE LITEIRA	88
4.1.3 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA.....	90
4.1.4 TAXA DE ACÚMULO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE MASSA SECA.....	92
4.1.5 PERFILHAMENTO.....	97
4.1.5.1 Massa seca de perfilho.....	97
4.1.5.2 Densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares	

reprodutivos e densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos.....	100
4.1.6 QUALIDADE DA FORRAGEM.....	106
4.1.6.1 Proteína bruta.....	106
4.1.6.2 Digestibilidade da massa seca.....	108
4.1.6.3 Fibra detergente neutro.....	109
4.1.7 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DOS PERFILHOS.....	110
4.1.7.1 Número de folhas totais, número de folhas vivas, número de folhas maduras e número de folhas senescentes.....	110
4.1.7.2 Comprimento de lâmina de folha expandida, lâmina verde total, número de folhas em expansão e massa seca específica de folha.....	116
4.1.7.3 Taxa de expansão foliar, taxa de senescência foliar, taxa de aparecimento de folha, tempo de vida da folha, filocrono e tempo de duração da elongação.....	118
4.1.8 RESPOSTA ANIMAL.....	126
4.1.8.1 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada.....	126
4.1.8.2 Carga animal e número de animais.dia.....	130
4.1.8.3 Rendimento animal por ha.....	133
4.1.9 OFERTA DE FORRAGEM.....	134
4.2 PERÍODO 2.....	137
4.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM.....	137
4.2.1.1 Massa de forragem, massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta...	137
4.2.1.2 Índice de área foliar e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde.....	142
4.2.1.3 Lâmina de folha verde, forragem verde, bainha verde + colmo verde e forragem morta.....	146
4.2.2 PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO E DE SOLO COBERTO DE LITEIRA	149
4.2.3 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA.....	151
4.2.4 TAXA DE ACÚMULO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE MASSA SECA.....	152
4.2.5 PERFILHAMENTO.....	157
4.2.5.1 Massa seca de perfilho.....	157
4.2.5.2 Densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares reprodutivos, densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos e densidade de perfilhos aéreos vegetativos.....	159
4.2.6 QUALIDADE DA FORRAGEM.....	164
4.2.6.1 Proteína bruta.....	164
4.2.6.2 Digestibilidade da massa seca.....	166

4.2.6.3 Fibra detergente neutro.....	169
4.2.7 RESPOSTA ANIMAL.....	170
4.2.7.1 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada.....	170
4.2.7.2 Carga animal e número de animais.dia.....	174
4.2.7.3 Rendimento animal por ha.....	176
4.2.8 OFERTA DE FORRAGEM E OFERTA DE LÂMINAS DE FOLHAS VERDES.....	178
5 CONCLUSÕES.....	182
REFERÊNCIAS.....	183
ANEXOS.....	

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Equações de regressão das taxas diárias de acúmulo de massa seca (Y), em função de doses de nitrogênio (X), quantificadas em estudos de pastejo com gramíneas de rota metabólica C ₄ , conduzidos nos Estados da região Subtropical do Brasil.....	30
TABELA 2 –	Observações meteorológicas das temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial, umidade relativa do ar e insolação média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	51
TABELA 3 –	Observações meteorológicas das temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial, umidade relativa do ar e insolação média – Região Noroeste do Paraná, 7/5/2001 - 10/7/2001.....	51
TABELA 4 –	Análise granulométrica das camadas de profundidade de zero a 20 cm e de 100 a 120 cm, do solo da área experimental – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	52
TABELA 5 –	Análise química do solo das unidades experimentais – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	53
TABELA 6 –	Códigos para perfilhos de capim Tanzânia marcados (folha madura, FM; folha em crescimento, FC; pseudocolmo, PS; colmo, CO).....	66
TABELA 7 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R ²) e nível de probabilidade das variáveis massa de forragem verde (MFV) e massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVCV), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	78
TABELA 8 –	Massa de forragem morta na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	79
TABELA 9 –	Concentração na massa seca de lâmina de folha verde no perfil da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	86
TABELA 10 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R ²) e nível de probabilidade da concentração na massa seca no perfil do pasto dos componentes morfológicos bainha verde + colmo verde e de forragem morta, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	87
TABELA 11 –	Percentagem de solo descoberto na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	89
TABELA 12 –	Percentagem de solo coberto de liteira na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	90
TABELA 13 –	Participação na massa seca do capim Tanzânia, do capim Estrela e do capim Colonião, da composição botânica da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de	

	avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	91
TABELA 14 –	Massa seca de perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	98
TABELA 15 –	Densidade de perfilhos basilares reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	103
TABELA 16 –	Digestibilidade “ <i>in Vitro</i> ” da massa seca de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	108
TABELA 17 –	Fibra detergente neutro de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	110
TABELA 18 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis comprimento de lâmina de folha expandida (CLFE) e lâmina verde total (LVT), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	117
TABELA 19 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis morfogênicas taxa de expansão foliar (TEF) por folha e por perfilho e taxa de senescência foliar (TSF) por folha, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	126
TABELA 20 –	Ganho médio diário de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por período de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	127
TABELA 21 –	Ganho de massa corporal acumulada de tourinhos Nelore, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por período de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	130
TABELA 22 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis massa de forragem verde (MFV), massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVCV) e massa de forragem morta (MFM), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	141
TABELA 23 –	Relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	144
TABELA 24 –	Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das concentrações na massa seca de forragem verde, de bainha verde + colmo verde (BV + CV) e de forragem morta, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	148

TABELA 25 –	Percentagem de solo descoberto na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	150
TABELA 26 –	Participação na massa seca do capim Tanzânia, do capim Estrela e do capim Colonião, da composição botânica da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	152
TABELA 27 –	Massa seca de perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	158
TABELA 28 –	Densidade de perfilhos aéreos vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.....	164
TABELA 29 –	Fibra detergente neutro de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5-3/7/2001.....	169

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Relações entre variáveis morfogênicas e características estruturais do Pasto, adaptado de Chapman e Lemaire (1993).....	24
FIGURA 2 –	Representação esquemática das medidas realizadas no perfilho. 1, 2, 3, 4, 5, número de ordem das folhas; 6, comprimento da folha em alongação; 7, comprimento da folha expandida desfolhada; 8, altura da bainha. Adaptado de Carrère (1994).....	68
FIGURA 3 –	Massa de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	75
FIGURA 4 –	Massa de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	76
FIGURA 5 –	Índice de área foliar (lâmina de folha verde viva) na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	81
FIGURA 6 –	Relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	83
FIGURA 7 –	Concentração na massa seca de forragem verde no perfil da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	85
FIGURA 8 –	Taxa de acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	93
FIGURA 9 –	Acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	97
FIGURA 10 –	Densidade de perfilhos basilares vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	101
FIGURA 11 –	Densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	105
FIGURA 12 –	Proteína bruta de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	107
FIGURA 13 –	Número de folhas totais por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	111
FIGURA 14 –	Número de folhas vivas por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	113
FIGURA 15 –	Número de folhas maduras por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.....	115

FIGURA 16 –	Número de folhas senescentes por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	116
FIGURA 17 –	Taxa de expansão foliar por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	119
FIGURA 18 –	Taxa de senescência foliar por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	120
FIGURA 19 –	Taxa de aparecimento de folhas por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	121
FIGURA 20 –	Tempo de vida da folha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	122
FIGURA 21 –	Filocrono na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	124
FIGURA 22 –	Tempo de duração da elongação da folha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	125
FIGURA 23 –	Carga animal suportada na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	131
FIGURA 24 –	Número de animais.dia por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	132
FIGURA 25 –	Rendimento animal por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	134
FIGURA 26 –	Oferta de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 – 6/5/2001.....	135
FIGURA 27 –	Massa de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	137
FIGURA 28 –	Massa de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	139
FIGURA 29 –	Índice de área foliar (lâmina de folha verde viva) na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	143
FIGURA 30 –	Concentração na massa seca de lâmina de folha verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	147
FIGURA 31 –	Taxa de acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	153
FIGURA 32 –	Acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	156
FIGURA 33 –	Densidade de perfilhos basilares vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região	

	Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	160
FIGURA 34 –	Densidade de perfilhos basilares reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	162
FIGURA 35 –	Densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	163
FIGURA 36 –	Proteína bruta de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	165
FIGURA 37 –	Digestibilidade <i>in vitro</i> da massa seca de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	167
FIGURA 38 –	Ganho médio diário de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	171
FIGURA 39 –	Ganho de massa corporal acumulada de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	173
FIGURA 40 –	Carga animal na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	175
FIGURA 41 –	Número de animais.dia por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	176
FIGURA 42 –	Rendimento animal por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	177
FIGURA 43 –	Oferta de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	179
FIGURA 44 –	Oferta de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.....	181

LISTA DE ABREVIATURAS

CFE	COMPRIMENTO DE FOLHA EXPANDIDA
CNDT	CONSUMO DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS
DIVMS	DIGESTIBILIDADE “ <i>IN VITRO</i> ” DA MASSA SECA
FDN	FIBRA DETERGENTE NEUTRO
GMD	GANHO MÉDIO DIÁRIO
GPA	GANHO DE PESO ACUMULADO
IAF	ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR
LVT	LÂMINA VERDE TOTAL
MBVCV	MASSA DE BAINHAS VERDES + COLMOS VERDES
MFM	MASSA DE FORRAGEM MORTA
MFV	MASSA DE FORRAGEM VERDE
MLFV	MASSA DE LÂMINAS DE FOLHAS VERDES
MS	MASSA SECA
MSFE	MASSA SECA DE FOLHA EXPANDIDA
N	NITROGÊNIO
NFV	NÚMERO DE FOLHAS VIVAS
NFE	NÚMERO DE FOLHAS EM EXPANSÃO
NFM	NÚMERO DE FOLHAS MADURAS
PAR	RADIAÇÃO FOTOSSÍNTESE ATIVA
PB	PROTEÍNA BRUTA
ST	SOMA TÉRMICA
TAF	TAXA DE APARECIMENTO DE FOLHAS
TDE	TEMPO DE DURAÇÃO DA ELONGAÇÃO
TEF	TAXA DE EXPANSÃO FOLIAR
TSF	TAXA DE SENESCÊNCIA FOLIAR
TVF	TEMPO DE VIDA DE FOLHA
UT	UNIDADES TÉRMICAS

RESUMO

O presente experimento de pastejo foi conduzido na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, localizada no Município de Astorga, PR, Brazil. O experimento objetivou avaliar os efeitos de diferentes quantidades de N aplicadas ao solo de pastagens de capim Tanzânia. As doses de nitrogênio avaliadas foram zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. O delineamento experimental inteiramente casualizado com duas repetições foi utilizado. O período experimental foi de quatro de dezembro de 2000 a seis de maio de 2001. Os animais utilizados foram tourinhos da raça Nelore. A técnica das cargas animais variáveis foi utilizada e o método de pastejo foi o das lotações contínuas. A altura do pasto foi mantida ao redor de 55 cm durante o período experimental. A massa de forragem, avaliada rente ao solo, foi alterada em função das doses de nitrogênio testadas. A análise estatística revelou que não houve efeito das quantidades de nitrogênio na massa individual de perfilho. Foi verificada uma relação quadrática entre a densidade de perfilhos basilares vegetativos por unidade de área com as doses de nitrogênio. As doses de nitrogênio avaliadas determinaram alterações na variável massa de lâminas de folhas verdes, taxa de expansão foliar, taxa de aparecimento de folha, na longevidade de vida da folha, no número de folhas por perfilho e no índice de área foliar. O acúmulo de massa seca total do período experimental foi de 11.829, 17.567, 21.595 e 23.909 kg.ha⁻¹, respectivamente para as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Houve relação linear positiva entre o rendimento animal por unidade de área com os tratamentos de nitrogênio avaliados. O rendimento animal total foi de 499, 854, 1207 e de 1562 kg.ha⁻¹, respectivamente para as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, *Panicum maximum* Jacq., taxa de expansão foliar, rendimento animal

ABSTRACT

The present grazing experiment was carried out at Fazenda Nossa Senhora Aparecida, Astorga, PR, Brazil. This research was conducted with the objective of studying the effects of different doses of nitrogen in pastures of Tanzania grass. Fertilizer treatments were 0, 200, 400 and 600 kg N/ha. The completely randomized design was used, with two field replications. The pastures of Tanzania grass was grazed from December 2000 to July 2001, by young bulls Nellore. The put-and-take technique was used, under continuous stocking. The level of sward height was near of 50 cm. Forage mass measured from ground level, increased with fertilizer treatments. Statistical analysis revealed no differences on individual tiller. There was a quadratic relationship between number of basal tillers vegetative per unit area and doses of nitrogen. The doses of nitrogen application affected green leaf mass, leaf elongation rate, leaf appearance rate, leaf lifespan, number of leaves per tiller and leaf area index. The total herbage production was 11829, 17567, 21595 and 23909 kg of dry matter/ha for the 0, 200, 400 and 600 kg N/ha levels, respectively. There was a positive relationship between animal yield and doses of nitrogen. The total animal yield was 499, 854, 1207 and 1562 kg of liveweight/ha for the level 0, 200, 400 and 600 kg of N/ha, respectively.

Key-words: nitrogen fertilization, *Panicum maximum* Jacq., leaf elongation rate, animal yield

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de bovinos de corte, baseados quase que no uso exclusivo de pastagens, diversas e por vezes inevitáveis são as variáveis que interferem limitando a produção animal. Sendo assim, aspectos sociais e econômicos influenciam o manejo dos sistemas de pastejo. A análise de investimentos, o uso de informações disponíveis e os processos de planejamento, bem como a eficácia das decisões tomadas, dos encarregados pelo manejo das pastagens são importantes fatores para que as metas de rendimento sejam atingidas nos sistemas de produção que utilizam pastagens intensivamente. Vários fatores da fertilidade do solo contribuem e interagem na produção de forragem em pastagens adequadamente fertilizadas. O manejo de ecossistemas de gramíneas pastejadas nas condições do Brasil tem sido pouco estudado. É sabido que muito do nitrogênio (N) aplicado nas pastagens é reciclado, transformado, utilizado e/ou perdido para o meio ambiente. Outras dificuldades referem-se à eficiência de conversão da forragem em ganho de massa corporal e a remuneração obtida com a venda dos animais, que são distintas para as categorias animais de bovinos de corte. Ademais, só no Estado do Paraná são muitas as forrageiras utilizadas nas fazendas.

Nessas circunstâncias, o fundamental, porém, é que as práticas de adubação de pastagens com N, voltadas à produção das diferentes categorias animais de bovinos de corte devem ser cuidadosamente examinadas e só então, extrapoladas para as fases de cria, recria e engorda de bovinos de corte, alterando assim o baixo rendimento animal por ha verificado nas pastagens deste Estado.

É aceita a afirmação de que melhorias na fertilidade do solo, principalmente maiores quantidades de N adicionadas ao solo das pastagens, aumentam a produção de forragem. Muitos trabalhos de pesquisa conduzidos com ampla gama de forrageiras no País comprovam esse fato. Não obstante, a maioria dos experimentos no Brasil que visaram investigar respostas ao N, das gramíneas forrageiras tropicais que podem ser consideradas como as mais importantes, foram conduzidos sob condições de corte em pequenas parcelas ou em vasos mantidos em casas de vegetação. A análise desses experimentos apresenta enormes dificuldades. Primeiro, porque não revelam a natureza dinâmica do crescimento das plantas em condições de pastejo. Segundo, não ocorre o efeito do animal nas plantas desfolhadas e tampouco são gerados dados de produção animal.

A necessidade de aumentar os rendimentos de massa seca (MS), mediante o aumento das quantidades de N aplicadas nas pastagens de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) evidencia que doses distintas deste nutriente deve ser motivo de estudos de pastejo. Qualquer análise dos experimentos de pastejo já publicados demonstra que algumas das gramíneas C₄, como é o caso da espécie *Panicum maximum*, apresentam altas respostas à fertilização com N. A análise mais rigorosa, porém, indica que a maior parte dos experimentos de pastejo com gramíneas tropicais não quantificaram as principais características da condição da pastagem e que são geradas pela imposição das diferentes quantidades de N, tais como a massa de forragem (MF), o índice de área foliar (IAF), o nível da altura do pasto e a massa de lâminas de folhas verdes (MLFV). Efetivamente as características da pastagem influenciam nos processos de crescimento das plantas pastejadas e no consumo de forragem dos animais. Somente essas duas variáveis, por exemplo, podem determinar alterações no rendimento de forragem e no rendimento animal de bovinos de corte obtidos por unidade de área.

Um outro aspecto a ser considerado, baseando-se em análise detalhada dos estudos de pastejo já realizados com gramíneas de rota metabólica C₄, é que algumas das mais importantes questões que determinam o aumento da taxa de lotação, à medida que maiores quantidades de N são aplicadas, decorrentes do aumento dos fluxos de MS na pastagem não têm sido estabelecidas e quantificadas. Pesquisas que quantificam o crescimento e a senescência que ocorre nas lâminas das folhas das gramíneas permitem melhorias no entendimento pelos quais os perfilhos destas comunidades de plantas adaptam-se as diferentes quantidades de N aplicadas e, assim, influenciam nos processos de crescimento (produção de tecidos brutos) das plantas. Para os cultivares do gênero *Panicum maximum* mais utilizados no Paraná faltam evidências experimentais do efeito de quantidades crescentes de adubações com N sobre o crescimento e a senescência da parte aérea das plantas, determinados sob o efeito da desfolha de bovinos em pastejo e nestas pastagens sendo manejadas em regime de lotação contínua.

O experimento de pastejo considera as implicações do uso das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N e comparou, em pastagens de capim Tanzânia sob lotação contínua, o rendimento animal, o acúmulo de MS, as características da condição/estado da pastagem, o perfilhamento, o crescimento e a senescência de folhas. A hipótese testada foi a seguinte: as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N aplicadas ao solo de pastagens de capim Tanzânia determinam alterações das características da pastagem, decorrente de ajustes na densidade demográfica dos perfilhos. Por sua vez, isso exerce influência sobre a taxa de expansão foliar (TEF), sobre a taxa de senescência foliar (TSF), nos componentes

morfológicos do perfil da pastagem, no acúmulo de MS e IAF; conseqüentemente ocorre aumento da taxa de lotação e do rendimento animal por ha.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE NO ESTADO DO PARANÁ.

Nas fazendas do Estado do Paraná, a principal fonte de alimento usada na produção de bovinos de corte são as pastagens de gramíneas.

A produção de bovinos de corte das pastagens dos Estados do Sul do Brasil, situadas na porção do país com clima subtropical, tem sido examinada nos últimos anos (Moraes *et al.*, 1995; Nabinger *et al.*, 2000). Nessas revisões foram discutidos os dados das áreas com pastagens naturais e cultivadas, as características da vegetação de alguns dos principais campos nativos e pesquisas com forragens voltadas a produção de bovinos de corte, bem como descrições de como estas comunidades de plantas tem sido manejadas e utilizadas ao longo das décadas passadas. Essencialmente, ambos estudos salientaram que os rendimentos de forragem obtidos nas pastagens utilizadas por bovinos de corte ainda permanecem baixos e precisam ser aumentados. Nesse sentido os autores fizeram referência a vários experimentos de pastejo onde podem ser constatados a viabilidade e o potencial de produção animal em pastagens.

O baixo rendimento animal por ha foi constatado em pastagens nativas dos Campos Gerais de Ponta Grossa, região Sudeste do Estado do Paraná (Postiglioni e Picanço, 1979). Nesse experimento de pastejo, que transcorreu durante três anos (4/12/1974 – 1/12/1977), novilhos de corte foram usados. Na pastagem nativa foi quantificado rendimento animal anual médio de 35 kg.ha⁻¹. É possível, mesmo se considerarmos as pastagens utilizadas por vacas com bezerro ao pé (fase de cria) que o rendimento animal nas pastagens do Estado do Paraná alcancem valores similares ou pouco maiores, atingindo médias anuais entre 50 a 70 kg.ha⁻¹. Essa última informação é proveniente de dados de produtividade normalmente observados nas fazendas com pecuária de corte dita tradicional.

Os índices zootécnicos obtidos nas fazendas das diferentes regiões do Estado, que mostram a produtividade dos rebanhos de bovinos de corte, são considerados baixos e similares aos observados nos outros Estados do Sul do Brasil. Assim é o caso da taxa de natalidade ainda mantida entre 50 a 55%, idade de acasalamento das novilhas aos três anos, animais machos enviados para o abate com idade entre 42 e 54 meses e taxa de desfrute de 10 a 13% ao ano. Na maioria das fazendas a taxa de lotação pode ser

considerada baixa. Isso tem sido assim, porque a prática, usualmente seguida nas fazendas, é ajustar a carga animal com base na duração do período de escassez de forragem do inverno. No entanto, os dados da Indústria de Curtumes que mostram o número de couros de bovinos usados pelas indústrias deste segmento permitem inferir que a taxa de desfrute é pouco mais elevada, encontrando-se na faixa de 15 a 18%. Os dados apresentados no mais recente Anuário da Pecuária (Anualpec, 2002), publicado por uma Instituição de caráter privado indicam igualmente melhorias, porém, mais marcantes dos índices de produtividade dos rebanhos de bovinos de corte do Paraná e também do País. Com relação às projeções do ano de 2002 das taxas de abate de bovinos para o Estado do Paraná e no País, os dados informados por essa última instituição mostram que estas se encontram respectivamente por volta de 29,5 e de 23,7%.

Entretanto, os dados do total de animais abatidos no Estado devem ser vistos com cautela, pois podem não demonstrar a verdadeira produtividade dos rebanhos de bovinos de corte. Segundo Pellini (1996) isso se deve a problemas no levantamento dos dados dos animais abatidos. Tais problemas seriam: 1 - parcela expressiva dos animais é comercializada e abatida em outros Estados (São Paulo é citado como o principal) e ao mesmo tempo, animais oriundos de outros Estados também são abatidos no Paraná e 2 - é elevada a proporção de bovinos de corte abatidos sem qualquer inspeção das autoridades sanitárias.

2.2 ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO EM PASTAGENS.

Nos países com pecuária desenvolvida, a reiterada importância das adubações com N em pastagens na produção de ruminantes, bem como suas implicações no meio ambiente, tem sido enfatizadas repetidas vezes por vários pesquisadores. Detalhes e análises abrangentes dos vários efeitos das adubações nitrogenadas em forrageiras, com ênfase nas espécies de estação fria, podem ser encontrados nos estudos de Morrison (1987), Simpson (1987) e Jarvis *et al.* (1995), dentre outros. Publicações específicas com a finalidade de discutir os vários efeitos do N em pastagens foram editadas por Whitehead (1970) e Whitehead (1995). Quase que todas as discussões apresentadas na revisão de Whitehead (1970) e a maior parte daquelas publicadas posteriormente por este autor, em 1995, basearam-se igualmente em pesquisas conduzidas com espécies forrageiras temperadas.

No que se refere às pastagens de gramíneas tropicais, fontes bibliográficas que se destacam são as de Bogdan (1977) e Skerman e Riveros (1990), onde podem ser encontradas pesquisas que mostram muitas das respostas ao N já quantificadas com estas espécies. Para o caso do Brasil, as fertilizações com N nas pastagens de gramíneas tropicais também têm sido tema comumente discutido na literatura acadêmica, porém, de maneira mais eventual. Exemplos de revisões que trataram da utilização do N em pastagens e no Brasil publicadas são as de Corsi (1986) e Gomide (1984). Não se pode esquecer que, no País, pesquisas avaliando efeitos do N em pastagens tem sido publicadas com maior frequência, principalmente nos últimos 15 anos.

A adoção da adubação nitrogenada é escassa, tanto nos campos nativos como nas pastagens permanentes das gramíneas cultivadas, pastejadas por bovinos de corte no Estado do Paraná. Para as condições locais do Paraná ainda são poucos os estudos de pastejo com as gramíneas forrageiras de maior importância, oriundas do continente africano, que visaram determinar respostas no rendimento animal e de forragem ao aumento das quantidades de N aplicadas. No âmbito da pesquisa a falta de estudos com N nas pastagens anteriormente descritas tem resultado, por vezes, na falta do reconhecimento do seu potencial e do papel destas dentro dos sistemas de produção de bovinos de corte. No âmbito de trabalho dos responsáveis pela utilização e manejo das pastagens, continuam ignoradas as potencialidades de rendimento de MS dessas espécies na produção de ruminantes. Contraditoriamente é notório que as pastagens de gramíneas africanas com grandes áreas estabelecidas no Estado do Paraná apresentam altas respostas ao N, em termos de rendimento de forragem e animal, fato reconhecido amplamente na literatura (Bogdan, 1977; Skerman e Riveros, 1990).

Muito ao contrário, para os Estados localizados no Sul do País, encontram-se disponíveis trabalhos que mostram respostas ao N com as espécies mais usadas de gramíneas e leguminosas de inverno. Exemplos dos trabalhos que visaram avaliar respostas ao N nas misturas de gramíneas de estação fria foram os conduzidos por Restle *et al.* (1999), Roso e Restle (2000) e Soares e Restle (2002). O efeito da aplicação de N em misturas de gramíneas e leguminosas de inverno foi investigado nos experimentos de pastejo conduzidos por Lesama e Moojen (1999) e Bona Filho (2002). Encontram-se também disponíveis trabalhos que avaliaram respostas à aplicação de doses de N com algumas das gramíneas cultivadas tropicais, como no caso do capim Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake) (Moojen, 1993; Lupatini, 1995), com o cultivar Mott de capim Elefante anão (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumacher) (Setelich, 1999) e do acesso BRA-006998 de *Panicum maximum* (Lugão, 2001). Todas essas respostas ao N, convém

ressaltar, foram obtidas mediante experimentos de pastejo em que os animais utilizados foram bovinos de corte. Os experimentos de pastejo com N conduzidos no Estado do Paraná foram os de Lugão (2001) e Bona Filho (2002). Como consequência das maiores taxas de aplicação de N elevados resultados de rendimento animal por unidade de área foram obtidos. Os resultados verificados nesses estudos de pastejo mostraram que a fertilização com N nos Estados do Sul do Brasil é viável e apresenta vantagens. Exceto para o caso da região Norte do Paraná não existem restrições climáticas para a utilização de misturas de gramíneas de estação fria consorciadas com os trevos anuais ou perenes de inverno, se adubadas com doses relativamente baixas de N nos Estados do Sul do Brasil. A mais importante restrição para o cultivo das forrageiras temperadas na região Norte do Paraná pode ser atribuída ao regime de chuvas, que nesta região na estação do inverno, normalmente não ultrapassa a valores mensais de 100 mm (Nery *et al.*, 1996). Ao que parece, somente no âmbito das regiões onde ocorrem geadas intensas e com temperaturas muito frias na estação do inverno e ainda localizadas nas áreas de maior altitude da região Meridional do Brasil, existiriam restrições para o uso das altas doses de N nas pastagens de *Panicum maximum*, assim como nas pastagens das demais espécies de gramíneas de ciclo C₄ de origem africana. No entanto, isso ainda não foi investigado de forma conclusiva.

O objetivo principal das adubações com N nas pastagens de gramíneas é aumentar a produção de forragem. O aumento do rendimento de forragem, devido às maiores quantidades de N aplicadas nas pastagens, pode determinar aumento do rendimento animal e da lucratividade obtida com a produção de bovinos de corte. Autores como Burton (1976), Humphreys (1991) e Jarvis *et al.* (1995), entre outros, asseveram que o elemento N, devido ao seu marcante efeito sobre o rendimento de forragem é o fator de manejo mais efetivo para a manipulação do rendimento animal que pode ser obtido em pastagens. Entretanto, as condições locais de meio ambiente determinam limites às respostas no rendimento de forragem ao N. Por outro lado, quantidade considerável de pesquisas comprova que aplicações de adubos com N ao solo ocasionam efeitos sobre muitos dos componentes dos ecossistemas de pastagens. Exercem ademais desses efeitos simultaneamente alterações e transformações em diversos processos de reciclagem de nutrientes que ocorrem nas pastagens (Henzell e Ross, 1973; Haynes e Willians, 1993).

Segundo Dougherty e Rhykerd (1985) alguns dos principais efeitos das adubações com N em pastagens podem ser verificados por: 1 - alterações que podem ocorrer na composição botânica; 2 - no crescimento da parte aérea e das raízes das gramíneas; 3 - sobre o N reciclado e recuperado; 4 - na composição química do pasto e 5 - na ingestão e utilização da proteína da forragem. Taiz e Zeiger (1998) afirmam que a deficiência de N

reduz de maneira marcante a rapidez do crescimento das plantas, resultando no aparecimento de cloroses nas folhas e plantas de aspecto amarelado. Conforme os autores o N é um elemento mineral exigido em grandes quantidades pelas plantas, sendo constituinte de muitos dos componentes da célula, como os aminoácidos e ácidos nucleicos. Malavolta (1980) relatou que o N atua no metabolismo de vários compostos das plantas. Como exemplo desses, os aminoácidos, proteínas, aminas, amidas, aminoaçúcares, purinas, alcalóides, coenzimas, vitaminas e pigmentos.

São diversos os tipos de solos cobertos com pastagens. Esses vários solos quase sempre apresentam baixas e/ou concentrações disponíveis muito variáveis dos principais nutrientes que afetam a fertilidade do solo. Nos solos do Estado do Paraná isso não é diferente (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Instituto Agrônômico do Paraná, 1984a, 1984b). Além da variabilidade das concentrações dos nutrientes que influenciam a nutrição das plantas, ocorrem interações entre a composição química e as condições físicas e biológicas dos solos que também influenciam na taxa de crescimento das pastagens. Tais condições edáficas se devem, primordialmente, à fertilidade natural dos vários tipos de solos, intensidade de uso das práticas de preparo do solo e ainda das práticas de manejo e utilização de pastagens, realizadas ao longo dos anos nas fazendas. Não obstante, há muitos anos é conhecida a afirmação de Henzell e Norris (1962), segundo a qual a disponibilidade de N, mais do que qualquer outro nutriente, é o fator que freqüentemente determina reduzidas taxas de crescimento da vegetação nas pastagens, condicionando, assim, baixas taxas de lotação de animais em pastejo. Vejamos a seguir, resumidamente, os motivos das reduzidas produções de forragem das pastagens mantidas com baixas quantidades de N para as plantas devido às limitadas quantidades disponíveis no solo e/ou das baixas quantidades de adubos com N aplicadas.

Aproximadamente 95% do N do solo ocorre na matéria orgânica do solo, não sendo prontamente disponível para absorção pelas plantas. O restante corresponde à fração de N mineral, composta basicamente de íons amônio e íons nitrato. Contudo, os valores de N, normalmente expressados como uma percentagem do N das camadas mais próximas à superfície do solo, podem induzir a erros. Segundo Broadbent (1984) as plantas podem obter N das camadas mais profundas do solo. Há também o fato de que, nos estratos mais profundos, a taxa de mineralização do N seria distinta daquela que ocorre na camada mais superficial do solo. Um outro fator, que em certas circunstâncias (períodos de seca) poderia interferir na absorção de N pelo sistema radical das gramíneas nas pastagens é o teor de umidade das camadas mais subsuperficiais do solo. Os resultados observados nos experimentos conduzidos por Garwood e Williams (1967a, 1967b) mostraram que em solos

com baixos teores de umidade nas camadas mais próximas à superfície (10 cm de profundidade) as plantas de gramíneas buscam, absorvem e mantêm o consumo de água, por meio das raízes localizadas nos horizontes mais profundos do solo (30-60 cm de profundidade). Entretanto, nas camadas secas dos estratos superficiais do solo, esses pesquisadores verificaram reduções na absorção de N e de vários outros nutrientes pelas plantas de gramíneas, o que determinaria a deficiência de N.

O fluxo de N dos processos de mineralização e imobilização é o maior determinante do suprimento de N para absorção nas raízes das plantas das pastagens (Jarvis *et al.*, 1996; Whitehead, 1995). Conforme Vallis (1978) a maior parte do N utilizado pelas plantas das pastagens provém basicamente de duas fontes, quais sejam: do N mineral do solo (adubos com N, fezes e urina dos animais, decomposição da matéria orgânica e de resíduos de plantas) ou do N fixado do ar por bactérias simbióticas, estas localizadas nos nódulos das raízes de leguminosas forrageiras. Ocorre absorção direta de N da matéria orgânica e N da atmosfera através da superfície foliar, porém, em quantidades reduzidas (Nasholm *et al.*, 1998). Quantidades anuais de cinco kg.ha⁻¹ de N da atmosfera são absorvidas através da superfície foliar das gramíneas (Whitehead, 1995). Bactérias assimbióticas fixadoras de N localizadas na rizosfera das raízes, de algumas gramíneas tropicais, podem contribuir com quantidades razoáveis deste nutriente para estas espécies de plantas (Dobereiner e Day, 1975). Além desses, muitos outros processos, que apresentam menor importância para o crescimento das plantas estão envolvidos na estratégia de absorção de N das raízes (Gustschick, 1981).

Vários autores, entre eles Simpson e Stobbs (1981), Whitehead (1995) e Jarvis *et al.* (1996), descreveram que as substâncias orgânicas excretadas por resíduos de raízes e tecidos de plantas em decomposição nas pastagens estimulam o crescimento de microorganismos. Os microorganismos, por sua vez, convertem o N orgânico a íons amônio (NH₄⁺) (mineralização) que podem ser absorvidos pelas plantas. Entrementes, a diversidade de gêneros e de espécies de microorganismos existentes nos solos das pastagens (Paul *et al.*, 1979; Dwiwedi, 1979) e a sua enorme biomassa (Clark e Paul, 1970) competem também pelos íons amônio disponíveis, incorporando e transformando estes em proteína microbiana, processo denominado de imobilização. Quanto ao período de tempo de renovação do N da massa microbiana do solo, comparado àquele retornado nos resíduos das plantas mortas, resultados conhecidos sugerem o primeiro como dez vezes mais rápido (Smith e Paul, 1990). No que se refere ao nitrato, uma das formas de N mais rapidamente absorvida pelo sistema radical das gramíneas (Andrew e Johansen, 1978; Whitehead, 1995), geralmente nos ecossistemas de pastagens em que não ocorrem leguminosas ou elevadas fertilizações

com N, suas quantidades disponíveis são baixas (Simpson e Stobbs, 1981; Whitehead, 1995).

De acordo com Simpson e Stobbs (1981) nas comunidades de plantas pastejadas e mantidas ao longo dos anos sem qualquer tipo de fertilização (ecossistemas pobres em N e baixa fertilidade natural) a baixa eficácia do suprimento de N ocorre por duas razões, que estariam interrelacionadas: 1 - muitas das gramíneas possuem alto potencial para fotossíntese e crescimento, o que cria alta demanda por N e 2 - nos solos com pastagens situados nas áreas de clima úmido do mundo, ocorrem na estação de crescimento períodos extensos no qual o N é suprido a taxas reduzidas. Dentro do mesmo contexto dos ecossistemas de pastagens localizados em solos com baixa capacidade de suprimento de N, Thornley e Cannell (2000) relataram que os fluxos de entrada e saída do N de, e para as frações "pools" compostas de íons amônio e íons nitrato, de N mineral do solo, são dependentes das trocas de N com todas as formas de matéria orgânica presentes no sistema, como a vegetação, a liteira, os animais em pastejo (via reciclagem de fezes e urina) e o solo. Eles afirmaram, ainda, que embora as frações de N mineral do solo sejam constituídas de montantes reduzidos (cinco a 10 kg.ha⁻¹ de N), são as taxas de renovação (fluxo) destes montantes que exercem efeito sobre a produção primária líquida (fotossíntese bruta subtraída da respiração das plantas) da pastagem. Por causa disso, quando os fluxos estariam baixos, os "pools" de N mineral do solo seriam reduzidos ao final da primavera e início do verão coincidindo, então, com o período de maior demanda por N para o crescimento das gramíneas.

Uma outra fonte de suprimento de N, ainda com relação às pastagens deficientes em N, é a deposição de pequenas quantidades deste elemento através de gases da atmosfera. Whitehead (2000) mencionou, para o caso das comunidades de plantas das pastagens naturais e seminaturais, que a quantidade de N depositada da atmosfera é freqüentemente maior que a quantidade fixada por microorganismos, sendo que esta situação refletiria as quantidades de amônia e óxidos de N gerados pelas atividades humanas. Tais quantidades de N depositada via atmosfera, no entanto, dependeriam das distâncias e do grau de atividades humanas dos Centros Urbanos. Ainda segundo Whitehead (2000), nas áreas de pastagens manejadas de maneira extensiva, quantidades de N inferiores a 50 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ estariam sendo recicladas. Já, com espécies de gramíneas de altas produções e adubadas com doses anuais de N de 250 kg.ha⁻¹, os montantes anuais de N reciclados estariam entre 300 a 400 kg.ha⁻¹, através da liteira, das raízes e da excreta dos animais em pastejo.

A gradual imobilização do N no ecossistema com o passar do tempo é problema comum e de importância em muitas das pastagens exclusivas de gramíneas tropicais

utilizadas de maneira extensiva. Com efeito, os processos de imobilização de N nessas pastagens reduzem as quantidades de N disponíveis para absorção nas raízes das plantas. Sabe-se que nos ecossistemas pastejados os fluxos de decaimento dos tecidos de plantas para o solo são contínuos durante o ano e estão relacionados ao comportamento da taxa de crescimento das pastagens. Entretanto, os substratos que formam a liteira (resíduos de folhas e de colmos) das pastagens em que não são realizadas práticas anuais de adubações com N geralmente apresentam alta relação carbono/N. É importante notar que os resíduos de colmos e de raízes em decomposição das gramíneas possuem mais elevada relação carbono/N, se comparados aos das bainhas e das lâminas das folhas.

O impacto da idade na produção de pastagens de *Panicum maximum* variedade Trichoglume cultivar Petrie, adubadas na primavera com a quantidade anual de N de 58 kg. ha⁻¹, na forma de uréia e observado durante o decurso dos anos de 1976 a 1981, foi demonstrado por Robinns *et al.* (1987) e Robinns *et al.* (1989). No primeiro desses experimentos de pastejo, conduzido com lotações fixas e na Austrália, os autores verificaram para os cinco anos do estudo média anual de redução no desempenho por animal de 9,4 kg, resultando em diminuições anuais no rendimento animal por área de 23 kg.ha⁻¹. Reduções das percentagens de folhas e de colmos verdes, da qualidade da forragem consumida por novilhos no inverno, do crescimento da pastagem na primavera e das percentagens de N das folhas e colmos verdes também foram observadas. Robinns *et al.* (1987) verificaram ainda, que a maior parte da redução no rendimento animal por unidade de área no período do inverno foi constatado para os primeiros três anos, enquanto que o rendimento animal por ha da estação da primavera reduziu-se principalmente após o terceiro ano. Segundo Robinns *et al.* (1989) o declínio nos vários atributos da pastagem não deveu-se a qualquer alteração da composição botânica, mas principalmente a imobilização do N na liteira da pastagem, conforme foi por eles postulado. Robertson *et al.* (1993) em trabalho realizado em pastos do cultivar Green Panic de *Panicum maximum*, confirmaram que parcela expressiva de todo o N (30 a 50%) no ecossistema da pastagem, exceto o N do solo, está contido na liteira. Os dados obtidos no trabalho demonstraram que o N da liteira é de baixa disponibilidade para o crescimento das plantas, declina rapidamente com o passar dos anos e que no solo maior quantidade de N é anualmente imobilizada, se comparada com aquela que é mineralizada.

Os fatores aqui enunciados, relacionados ao N, produzindo-se simultaneamente e sucessivamente são os que determinam baixas taxas de crescimento das pastagens. Devido a esses fatores pode-se assumir é que permanecem baixas as taxas de lotação da maioria das fazendas que produzem bovinos de corte no Paraná. Os aumentos nas

produções de forragem dos ecossistemas pastoris do Paraná, estabelecidos tanto com espécies de gramíneas tropicais ou com temperadas evidentemente são restringidos pelas quantidades de N disponíveis, assim como da disponibilidade dos demais nutrientes que influenciam o crescimento das plantas, pelas condições físicas e biológicas dos diferentes solos e do manejo realizado nas pastagens.

O novo interesse pelo cultivar Tanzânia-1, demonstrado por pecuaristas e pesquisadores é também devido a sua alta capacidade de rendimento de forragem. O relevante, porém, é de que a alta capacidade de rendimento de forragem do capim Tanzânia é dependente de aplicações elevadas de adubos com N. As demais alternativas de suprimento de N seriam o consórcio com leguminosas capazes de contribuir com quantidades altas de N para o ecossistema pastejado ou quando estas misturas são acrescidas de aplicações de adubos nitrogenados, mas estas alternativas não serão examinadas na presente revisão. Vejamos, então, em termos gerais, pesquisas que revelam os possíveis maiores efeitos e também as suas implicações sobre a produção animal das altas taxas de aplicações de N em pastagens cultivadas.

O grande potencial de rendimento animal por unidade de área das gramíneas tropicais adubadas com N tem sido mostrado em pesquisas com forragens que usaram animais em pastejo há bastante tempo. Burton (1976) verificou alto rendimento animal por ha com o cultivar Coastal do gênero *Cynodon*, em experimento de pastejo conduzido nos anos de 1952 a 1955 no Estado da Georgia, Estados Unidos. Ao que se sabe esse foi um dos primeiros experimentos de pastejo que visou avaliar doses de N (56, 112 e 224 Kg.ha⁻¹), conduzido sob lotação contínua, com uma espécie de gramínea C₄ e com o método "put and take" (método das lotações animais variáveis) de Mott e Lucas (1952).

Grande quantidade de estudos de pastejo mostrou que algumas das gramíneas tropicais apresentam alto potencial de rendimento animal por área em função do aumento das quantidades de N aplicadas. Entretanto, a eficácia da aplicação de quantidades elevadas de N em pastagens, sobre as reações de mineralização e imobilização de N, tem sido observada principalmente em trabalhos com forrageiras de inverno. Para esta revisão não foram encontradas pesquisas com cultivares de *Panicum maximum* fertilizados com diferentes doses de N e que procuraram avaliar as formas pelas quais estes pastos, dependem e modificam, a matéria orgânica do solo e os fluxos de carbono e N. A literatura mostra que os fluxos de carbono e de N em pastagens atuam em muitos dos processos de crescimento e de desenvolvimento das plantas (Lemaire e Chapman, 1996; Lemaire, 1999). É provável que maiores quantidades de N aplicadas nas pastagens dos cultivares de *Panicum maximum* determinem resíduos de plantas com distintas concentrações de N,

lignina e relação carbono/N, de maneira semelhante ao que tem sido verificado com espécies de gramíneas temperadas (Haynes e Williams, 1993). Observações recentes apresentadas por Schunke *et al.* (2001) mostraram que maiores doses de N afetam positivamente a dinâmica de liberação de N da liteira dos cultivares de *Panicum maximum* capim Aruana, capim Vencedor, capim Tobiata e capim Tanzânia.

Ledgard *et al.* (1998) avaliando a mistura de azevém perene (*Lolium perenne* L.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) e pastagens exclusivas de azevém perene com zero e 200 kg.ha⁻¹ de N, mediante métodos de estimativas da mineralização líquida de N, verificaram aumento de duas vezes deste processo na dose de N de 200 kg.ha⁻¹, em relação à quantidade nula de N. Eles constataram que as taxas brutas de mineralização de N foram de três a 12 vezes maiores que as taxas líquidas. Outra conclusão do trabalho foi quanto a marcante diferença na taxa bruta de imobilização do N, com variação diária entre um e 0,1 kg.ha⁻¹ de N nos tratamentos zero e 200 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente.

Quinn *et al.* (1970) em Araçatuba, Estado de São Paulo, compararam duas épocas de aplicação da quantidade de 200 kg.ha⁻¹ de N, no início do verão com a do começo do inverno, juntamente com um tratamento sem aplicação de N (testemunha), durante sete anos (1958 a 1965) e em pastagens de capim Colômbio. Considerando o resultado médio do período de junho a maio dos anos avaliados, a estação de aplicação de N não alterou o rendimento animal diário obtido por ha. Numa referência ao N disponível no solo no período do inverno, eles consideraram que, aparentemente, o suprimento de N poderia estar exaurido ao final da estação de crescimento. Devido a isso, segundo os autores, a baixa quantidade de N disponível nos meses do inverno poderia tornar-se um fator adicional a limitar, tanto o rendimento de MS como a qualidade da forragem disponível.

O experimento de pastejo conduzido por Quinn *et al.* (1970) nos mostra a necessidade de precisar com clareza o manejo do N nas pastagens de *Panicum maximum*, o que é condição prévia para o aproveitamento mais eficiente das adubações nitrogenadas, evitando-se, assim, excessivas aplicações de N. Segundo os trabalhos de Ryden *et al.* (1984) e Owens *et al.* (1994) nas quantidades de N acima de 200 kg.ha⁻¹ aplicadas nas pastagens de gramíneas de inverno já são verificadas perdas substanciais de nitrato, principalmente por lixiviação. Devido ao impacto negativo no meio ambiente das altas quantidades de N e que tem sido aplicadas nas pastagens com espécies temperadas em algumas regiões da Europa, principalmente no que se referem à contaminação da água do lençol subterrâneo com nitratos e as perdas elevadas de N, ocorridas através da lixiviação, denitrificação e volatilização da amônia, alguns cientistas elaboraram novos métodos de manejo das fertilizações com N (Scholefield *et al.*, 1997; Jarvis, 1997). Uma questão crucial

que se coloca, para o caso das pastagens de gramíneas tropicais altamente responsivas ao N e situadas em locais que permitem o crescimento destas na maior parte do ano (regiões com extensas estações de crescimento), é procurar saber o quanto de contaminação no meio ambiente se verifica quando quantidades anuais de N entre 50 a 600 kg.ha⁻¹ são aplicadas ao solo.

Pesquisas apresentadas por Hatch *et al.* (1991), Gill *et al.* (1995) e o experimento a pouco comentado de Ledgard *et al.* (1998) nos revelam que predições das exigências de fertilizantes com N, no caso das pastagens das gramíneas de estação fria adubadas com altas quantidades deste nutriente, necessitam de mais acuradas estimativas do suprimento de N da mineralização, de maneira a evitar a super fertilização e minimizar as perdas de N. Gill *et al.* (1995) trabalhando em pastagens de gramíneas temperadas, nas condições da Inglaterra, mostraram que com o uso da dose de 200 kg.ha⁻¹ de N durante um período extenso (1982 a 1992) os montantes anuais de N liberados durante os anos de 1992 e 1993, estimados via quantificação da taxa de mineralização de N, foram maiores que as quantidades de N anuais aplicadas por meio do uso de adubos nestes últimos anos. Para Jarvis *et al.* (1995) em certas circunstâncias o conhecimento e entendimento dos resultados do N no meio ambiente poderiam reduzir o impacto das altas aplicações de N em pastagens. Tratam-se, é certo, de recomendações importantes. Contudo, são destinadas para regiões com áreas de pastagens manejadas intensivamente e com altas quantidades de adubos nitrogenados aplicados regularmente durante longos períodos de tempo. Provavelmente a postura dos autores decorre da observação de locais onde já são perceptíveis sérios acontecimentos de contaminação do meio ambiente, como é o caso de algumas regiões da Holanda e da Inglaterra.

Na literatura referente às pastagens tropicais um dos poucos trabalhos que demonstraram os componentes do ciclo do N, os ganhos e as perdas anuais deste nutriente em ecossistemas pastejados foi conduzido nos Llanos de Carimagua, na Colômbia (Thomas, 1992). Os resultados do estudo mostraram rendimentos de 16 t.ha⁻¹ de MS para a *Brachiaria decumbens* Stapf. e de seis t.ha⁻¹ de MS para o amendoim forrageiro (*Arachis pinto* Krop. & Greg. nom. nud.), avaliados em mistura e sob percentual de utilização ao redor de 40%. Foi estimado que o componente *Arachis pinto* contribuiu com 90% do seu N absorvido para a mistura, sendo o rendimento animal por área obtido de 504 kg.ha⁻¹. Quanto aos montantes de N reciclados, através dos principais componentes do ecossistema, as estimativas da excreta dos animais, da liteira, daquelas removidas pelo pastejo dos animais e das fixadas pela leguminosa foram, respectivamente, de 34, 38, 95 e 144 kg.ha⁻¹ de N, totalizando 311 kg.ha⁻¹ de N.

Apesar da complexidade Parsons *et al.* (1991) compararam em regime de lotação contínua misturas de azevém perene e trevo branco sob distintas alturas de pasto (três, seis e nove cm) com azevém perene adubado com 420 kg.ha^{-1} de N e mantido com altura de pasto por volta de seis cm. É importante mencionar que esse trabalho é dos poucos que apresentaram estimativas dos principais componentes do ciclo do N em pastagens, como os montantes de amônia (NH_3) liberados na atmosfera, da quantidade de N absorvida via fixação simbiótica da leguminosa, concentrações de nitrato e amônio nas camadas mais superficiais do solo, dos rendimentos de N nos ganhos por ha e lã das ovelhas, do consumo de N da forragem e ainda das quantidades de N retornadas pelas fezes e urina dos ovinos em pastejo. Parsons *et al.* (1991) combinaram estimativas das quantidades de N aplicadas, recicladas e daquelas perdidas, de modo a controlar e monitorar o componente planta e animal. Entre outras observações foi constatado que a reciclagem de N na pastagem de azevém perene adubada com a quantidade de N avaliada foi altamente eficiente e isto deveu-se a rápida reciclagem do N através do solo, das plantas e dos animais, sendo o N usado várias vezes durante a estação de crescimento.

O experimento realizado por Parsons *et al.* (1991) mostrou as fezes e primeiramente a urina como dois dos principais componentes dos fluxos de N em pastagens. Entretanto, é sabido que bovinos em pastejo excretam urina e esterco em áreas muito reduzidas da pastagem e de forma concentrada em locais imprevisíveis (Wilkinson e Lowrey, 1973; Haynes e Williams, 1993). Deve aqui ser salientada a importância da descrição da dinâmica do N no solo a partir da modelagem teórica dos fluxos de N em pastagens realizada por Thornley e Verberne (1989) e que permitiu melhor compreensão do comportamento e dos efeitos do N.

Scholefield *et al.* (1991), também por meio de modelos teóricos, mostraram a possibilidade de simular os ciclos de N em sistemas de pastejo utilizados por bovinos de corte. Nos modelos de Scholefield *et al.* (1991) as predições das quantidades anuais de N sobre o ganho de massa corporal dos animais e das quantidades de N perdidas através da volatilização da amônia, da denitrificação e da lixiviação, puderam ser realizadas. A via de exploração das predições apresentadas nos modelos dos autores foi com base nos tipos de solo, nas condições de drenagem dos diferentes tipos de solo, na localização geográfica, idade das pastagens e no manejo das quantidades anuais de fertilizantes com N aplicadas, de regiões do Reino Unido. O exame mais detalhado dos modelos apresentados por Scholefield *et al.* (1991) sugere que nas baixas quantidades de N aplicadas em sistemas de pastejo é a mineralização líquida que apresenta maior impacto sobre o rendimento das pastagens. Contrariamente, nas altas quantidades de N aplicadas os processos de

mineralização teriam pouco efeito na produção de forragem, mas poderiam determinar as quantidades de N perdidas do sistema de pastejo.

Fluxos de N em pastagens manejadas intensivamente e com freqüentes aplicações de quantidades elevadas de N são dinâmicos e complexos. Segundo Jarvis *et al.* (1995) estão envolvidos grandes montantes de fertilizantes aplicados, interações entre os diversos processos microbianos que regulam as formas e os fluxos dentro do solo, assim como diferenças nas propriedades químicas e físicas do solo e nas características das plantas que determinam a absorção dos nutrientes. Além de todos esses fatores o meio ambiente, o manejo realizado na pastagem e o impacto do animal em pastejo também influenciam os fluxos de N (Jarvis, 1999). Ball e Ryden (1984) afirmam, para o caso das pastagens fertilizadas com altas doses de N, que conclusões baseadas nos estudos do destino último deste nutriente apresentam sérias implicações agrônômicas, econômicas e sobre o meio ambiente. Emissões de N para a atmosfera na forma de gases ou quando combinado com o oxigênio (óxidos) e suas transformações no solo, de grandes aplicações deste nutriente em pastagens foram objeto de análises nos estudos de Haynes (1986), Whitehead (1995) e Jarvis e Paim (1997).

Trabalhos experimentais que quantificaram o rendimento animal por ha em pastagens submetidas a distintas doses de N com capim Milheto (*Pennisetum americanum* (L) Leeke) (Lupatini, 1995) e com *Panicum maximum* (Lugão, 2001), ambos avaliando as principais variáveis econômicas que influenciam a produção de bovinos de corte por unidade de área, demonstraram que os montantes de N influenciam de modo considerável a rentabilidade das áreas com pastagens. Contudo, informações pertinentes à viabilidade econômica de adubações com N, específicas para pastagens de *Panicum maximum*, ainda são precárias. Isso reflete o fato de que praticamente todos os trabalhos em que foram desenvolvidas avaliações econômicas os dados foram obtidos com novilhos de corte em fase de recria, ou então, períodos que abrangeram a recria e engorda de animais machos. Pode-se afirmar que ainda não são conhecidas muitas das variáveis que revelam o desempenho por animal e o rendimento animal por ha que podem ser obtidos com a fase de cria (vacas de corte com cria ao pé) em estudos de pastejo que visem avaliar distintas doses de N.

Miller *et al.* (1970) avaliando pastagens de capim Colonião indicaram como lucrativas adubações de 100 kg.ha⁻¹ de N. Conforme eles relataram a utilização da quantidade de 200 kg.ha⁻¹ de N pareceu ser, aproximadamente, o ponto em que o custo e a renda marginal aproximaram-se de valores semelhantes. Conclusões como as de Miller *et al.* (1970) obviamente não se aplicam às circunstâncias econômicas atualmente vigentes. Nas

análises econômicas dos estudos de pastejo conduzidos até mais recentemente, em pastagens de gramíneas de verão de alta qualidade de forragem, a viabilidade econômica de elevadas aplicações de N foi comprovada. Gerou-se, assim, a necessidade de avaliações cuidadosas dos diferentes fatores que influenciam nas respostas obtidas ao N, principalmente da dose onde foi constatada a máxima lucratividade. Lupatini (1995) mostrou ser viável economicamente quantidades de até 600 kg.ha^{-1} de N. Entretanto, é preciso mencionar que o autor demonstrou claramente que foram as quantidades de N intermediárias que apresentaram maior lucratividade e estas, dependeriam ainda da época de comercialização dos animais. Dessa maneira, a quantidade de N com maior lucro por unidade de área foi de 257 kg.ha^{-1} de N, com os animais sendo comercializados no mês de abril. Para o caso da comercialização dos animais no período da entressafra (setembro) a quantidade de N que obteria maior lucratividade seria de 303 kg.ha^{-1} . No estudo de pastejo de Lugão (2001) foi constatada a viabilidade econômica de adubações nitrogenadas com variações nas quantidades de N aplicadas de zero a 450 kg.ha^{-1} . A autora constatou relação quadrática do lucro obtido por unidade de área com a produção de bovinos de corte com as doses de N testadas.

Diante de tudo isso as preocupações com as práticas de adubações nitrogenadas, realizadas de maneira mais intensiva e que visem evitar a contaminação do meio ambiente com doses excessivas de N, o aumento da lucratividade das pastagens nas fazendas, do rendimento animal e de forragem, das áreas com pastagens de gramíneas cultivadas são evidenciadas. De acordo com Jarvis *et al.* (1995) aplicações de fertilizantes com N tem sido o fator chave que permitiu o desenvolvimento de práticas modernas de manejo de pastos, bem como dos altos rendimentos obtidos em pastagens. No Reino Unido o reconhecimento de que o N foi o nutriente que apresentou maior impacto no rendimento das pastagens das forragens temperadas foi o que determinou aumentos, na taxa de lotação, no rendimento animal por unidade de área, no uso de fertilizantes com N e na produção de bovinos (Leaver, 1990). Ainda com relação ao Reino Unido a média anual de utilização de N aumentou de aproximadamente cinco kg.ha^{-1} , em 1940, para 120-130 kg.ha^{-1} em 1995 (variações de zero a 450 kg.ha^{-1} de N) (Frame *et al.*, 1995).

Não restam dúvidas, portanto, da necessidade de estudos de pastejo nas pastagens de gramíneas tropicais com diferentes doses de N. Avaliações comparativas das respostas ao N observadas nesses estudos podem permitir: 1 - identificar o potencial de distintas espécies e cultivares de gramíneas tropicais para a produção animal e de forragem; 2 - melhorias na flexibilidade do manejo de pastagens e das taxas de lotação das diferentes categorias animais mantidas nas propriedades; 3 - tornar a pecuária de corte com

lucratividade similar a de atividades agrícolas como a produção de grãos; 4 - alterar, pelo menos em parte, a situação de degradação da vegetação das pastagens de gramíneas cultivadas do Estado do Paraná e 5 - é uma forma efetiva de se determinar melhorias, ocasionadas pelo efeito residual do N, na forragem disponível e nas taxas de lotação das pastagens de gramíneas perenes após a estação de crescimento (período do outono e inverno).

Como se pode constatar, a necessidade de pesquisas que tratam dos efeitos do N sobre os diferentes componentes do solo, no meio ambiente, na pastagem e sobre o animal são claras, multidisciplinares e abrangem os vários aspectos das interações dos processos envolvidos. Contudo, as ações de pesquisas em pastagens com N, conforme foram sugeridas por Moraes *et al.* (1995), continuam requisitos necessários para o avanço no entendimento do funcionamento e das estimativas dos potenciais de produção dos ecossistemas pastejados dos Estados do Sul do Brasil.

Há que se mencionar que o fundamental não é, pois, a busca de altos níveis de produtividade em pastagens com quantidades de N usadas muito elevadas, mas buscar as oportunidades que plantas de *Panicum maximum* oferecem devido as suas características genéticas e de adaptação ao meio ambiente. Essas características da espécie permitem respostas consideráveis, em termos de rendimento de forragem e animal, já nas doses intermediárias de N, tal como se pode depreender da literatura disponível. Brown (1978) observou que plantas de *Panicum maximum* apresentam alta eficiência de uso do N (biomassa produzida por unidade de N na planta), bem como ressaltou a elevada capacidade de realizar fotossíntese e de produção de MS.

2.3 FLUXOS DE MASSA SECA EM PASTAGENS.

Excelentes revisões sobre as seqüências de eventos que descrevem os fluxos de MS das comunidades de plantas das pastagens compostas por forrageiras temperadas foram realizadas por Davies (1988), Parsons (1994), Lemaire e Chapman (1996) e Lemaire (1999). Os métodos utilizados para as estimativas dos fluxos de MS das pastagens foram revisados por Davies (1993). Essa autora também baseou sua revisão quase que exclusivamente em trabalhos com forrageiras de inverno. As dificuldades, problemas observados e os possíveis erros de amostragens, com as técnicas consideradas padrões e avaliadas tanto diante da presença como da ausência do pastejo de animais foram

estudadas por Grant *et al.* (1989), em pastagens consorciadas de azevém perene e trevo branco.

Uma disparidade assinalável refere-se à quantidade de pesquisas com forrageiras que visaram avaliar os fluxos de MS da parte aérea das plantas, constatando-se quantidade reduzida de pesquisas voltadas à investigação deste processo no sistema radical. Não existem dúvidas das muitas dificuldades encontradas no estudo de raízes de plantas de pastagens, especialmente aquelas relacionadas aos fluxos de MS (Goss, 1993). Matthew (1992) trabalhando com azevém perene observou que o crescimento do sistema radical foi de 15 a 20% daquele constatado na parte aérea das plantas. Os processos de renovação e de senescência dos tecidos das raízes das pastagens de gramíneas tropicais, que determinam os fluxos de MS do sistema radical, quando estas são adubadas com doses elevadas de N provavelmente atingem também valores elevados, proporcionalmente, quanto aos que são verificados na parte aérea das plantas. Apesar disso, neste item da revisão serão discutidos somente os fluxos de MS da parte aérea de algumas das mais conhecidas gramíneas usadas em pastagens.

Pastagens de gramíneas usadas com animais em pastejo são ecossistemas dinâmicos e complexos (Davies, 1993; Fales *et al.*, 1996). Nesses ecossistemas as novas folhas formadas nas estruturas dos perfilhos estão continuamente crescendo e/ou sendo cortadas pelos animais, ao passo que simultaneamente as folhas mais velhas estão morrendo. Os movimentos de MS de plantas que ocorrem nas pastagens são conhecidos como fluxos de MS (Davies, 1993; Lemaire e Chapman, 1996). Segundo Lemaire (1999) a dinâmica dos três principais fluxos de MS em pastagens (crescimento, senescência e consumo de forragem por herbívoros) são os que determinam: 1 - a produtividade primária dos sistemas de pastejo; 2 - a proporção desta produção que é utilizada pelos animais em pastejo e 3 - as quantidades de MS destinadas à decomposição para reciclagem.

Estudos detalhados dos processos que determinam os fluxos de MS em pastagens são importantes para o entendimento da dinâmica das produções de MS destes ecossistemas, especialmente quando as quantidades de N aplicadas por unidade de área são aumentadas. Sabe-se com base em muitas pesquisas que o N é o fator dominante que controla vários dos processos de crescimento e de desenvolvimento das gramíneas das pastagens, bem como está associado a velocidade dos principais fluxos de MS.

Para se entender perfeitamente as razões da importância de se conhecer os fluxos de MS que ocorrem nas pastagens é importante mencionar que foram os estudos de renovação de tecidos da parte aérea das plantas, conforme Davies (1998), que permitiram a utilização da altura do pasto como um método efetivo (guia) para o manejo de pastagens.

Desse modo foi estabelecido para pastagens mistas de azevém perene e trevo branco, e explicado detalhadamente, o quanto um manejo ótimo nestas pastagens poderia ser realizado mediante o monitoramento do nível de altura do pasto ou do IAF usando-se o método das lotações contínuas (Hodgson, 1985; Davies, 1993). Disso resultou, para o caso dessas situações de manejo de pastagens, que são muito reduzidas as variações dos rendimentos de forragem líquida obtidas nas pastagens de azevém perene e trevo branco mantidas em valores de IAF entre dois a quatro (Bircham e Hodgson, 1983). No mesmo ano, Parsons *et al.* (1983) apresentaram conclusão muito similar utilizando um outro método, porém, verificada em pastagem exclusiva de azevém perene, também manejada sob lotação contínua. No trabalho de Parsons *et al.* (1983) foi usado um método que avaliou juntamente o balanço do carbono do sistema radical e da parte aérea das plantas.

É importante mencionar que no nosso País são recentes os experimentos que objetivaram avaliar os fluxos de MS nas pastagens das gramíneas tropicais mais utilizadas. Uma consideração similar pode ser dita também para o caso das espécies de aveia usadas na região Sul do Brasil. Em virtude disso o manejo considerado ótimo das várias gramíneas forrageiras tropicais e temperadas mais utilizadas no Brasil ainda não foi estabelecido. Da Silva e Pedreira (1997) afirmaram que o manejo ótimo, nas diferentes espécies e cultivares de forrageiras usadas sob pastejo, pode ser estabelecido mediante o uso de técnicas que determinem os fluxos de crescimento e de senescência nas plantas.

Grant *et al.* (1983) no Reino Unido e em três locais diferentes avaliaram as taxas de ciclagem de MS de lâminas de folhas por perfilho em pastagens de azevém perene manejadas em regime de lotação contínua. Nos três experimentos as pastagens foram utilizadas por ovinos sob quatro diferentes intensidades de desfolha (variações na altura de pasto de 1,1 a 6,4 cm e nas quantidades de MF de 440 a 2.960 kg.ha⁻¹ de matéria orgânica). Dois dos experimentos foram realizados no período em que os perfilhos encontravam-se no estágio vegetativo. No terceiro experimento, estimativas da TEF e da TSF por perfilho foram realizadas em perfilhos vegetativos como naqueles que se encontravam em estágio reprodutivo. Os resultados verificados nos experimentos mostraram aumentos lineares da TEF por perfilho, à medida que a altura do pasto e a MF se elevaram. Nos trabalhos das pastagens em estágio vegetativo, os aumentos lineares da TEF por perfilho foram parcialmente compensados por aumentos lineares da TSF. A produção líquida (senescência subtraída do crescimento) aumentou com a elevação da altura do pasto. Já no trabalho realizado durante o período reprodutivo a produção líquida de forragem não apresentou relação com os níveis de altura e isto foi constatado para ambos tipos de perfilhos investigados. Contudo, no período em que os perfilhos encontravam-se no estágio

reprodutivo, as taxas de crescimento e de senescência foliar por perfilho também aumentaram com a elevação da altura do pasto. Os autores concluíram que a produção líquida de lâminas de folhas por ha foi reduzida nas pastagens mantidas em alturas menores do que 2,5 cm. Porém, foi insensível às variações de altura de pasto na faixa entre 2,5 e seis cm, correspondente aos valores de MF entre 1.000 a 2.500 kg.ha⁻¹ de matéria orgânica. Estudos similares ao de Grant *et al.* (1983) no Brasil em pastagens dos cultivares de *Panicum maximum* ainda não foram conduzidos.

Visando avaliar os três principais fluxos de MS em misturas de gramíneas e leguminosas de inverno Carrère *et al.* (1997) desenvolveram um método que permite estimativas independentes do rendimento dos três principais fluxos de MS. A metodologia faz uso de técnicas não destrutivas em perfilhos previamente identificados ao longo de transectas demarcadas, sendo que os perfilhos são mantidos no pasto sem a proteção de gaiolas de exclusão do pastejo. Uma técnica de amostragem destrutiva também é usada com o objetivo de estimar a densidade populacional de perfilhos por unidade de área.

O fitômero de gramíneas é constituído da lâmina, bainha, entre-nó, nó, gema axilar e raízes adventícias (se presentes). Filocrono é conceituado como o intervalo de tempo entre o aparecimento de folhas sucessivas em um mesmo colmo (Rickman e Klepper, 1995; Skinner e Nelson, 1995). Com base nesses conceitos os processos de formação de órgãos (organogênese) nos perfilhos das gramíneas puderam ser relacionados às principais variáveis do meio ambiente. Nesse particular, a temperatura do ar apresenta estreitas relações com o filocrono de gramíneas (Klepper *et al.*, 1982). Langer (1982) citou que o aparecimento de uma folha no perfilho de azevém perene leva seis dias a 25⁰C, ao passo que sob temperatura de 10⁰C o tempo de surgimento de uma folha na estrutura do perfilho seria de 10 dias. De acordo com Frank e Bauer (1995) numerosas pesquisas tem reportado o desenvolvimento de plantas expresso pelo número de graus.dias de crescimento necessários para produzir uma folha (filocrono). Ainda conforme Frank e Bauer (1995) os dois maiores componentes que caracterizam o desenvolvimento de plantas são o número de folhas na planta e o número de graus.dia de crescimento necessários para uma folha completar o seu desenvolvimento. Chapman e Lemaire (1993) citam intervalos de aparecimento de folhas de 110⁰C-dias e de 230⁰C-dias, respectivamente para azevém perene e *Festuca arundinaceae* Schreb. Folhas de azevém perene possuem longevidade de vida de aproximadamente 330⁰C-dias (Lemaire e Chapman, 1996). As relações estabelecidas entre os processos de formação de órgãos nas plantas e os fluxos de MS das pastagens com algumas das variáveis do meio ambiente permitem identificar, por exemplo,

influências de variações estacionais, de variações anuais, efeitos decorrentes do pastejo e da regulação tamanho-densidade de perfilhos.

Nas condições do Reino Unido, Alberda e Sibma (1968), trabalhando em pastos de azevém perene que apresentavam densas comunidades de plantas (número de perfilhos elevados) demonstraram que um perfilho mantinha na sua estrutura por volta de três folhas vivas, assim descritas: uma folha em expansão, uma folha madura e uma folha em senescência. Nas mesmas condições do Reino Unido e igual comunidade de plantas de gramíneas, Parsons (1994) relatou que uma folha aparece no colmo de um perfilho, aproximadamente, a cada 11 dias, como uma média estabelecida para a maior parte da estação de crescimento. Concomitante a folha mais velha da seção inferior da estrutura do perfilho (folha mais próxima da superfície do solo) encontra-se em processo de senescência e morte. Dessa maneira toda a superfície de área foliar da pastagem estaria sendo substituída em intervalos de tempos mensais. Quanto às outras espécies de gramíneas de pastagens ocorrem diferenças nas taxas de renovação e de senescência de tecidos de folhas e também no número de folhas vivas (NFV) mantidas nas estruturas dos perfilhos.

De acordo com Duru e Ducrocq (2000) há regras que governam as características morfológicas dos perfilhos das gramíneas durante o seu crescimento, sendo que a magnitude de alterações observadas no período dependeriam da temperatura ambiente, da disponibilidade de N e da intensidade de desfolha. Seguindo uma detalhada revisão de literatura eles relataram que, à medida que os perfilhos em estágio vegetativo crescem, a taxa de aparecimento de folha (TAF) se reduz, ao passo que aumentam a duração do crescimento e o comprimento final das folhas sucessivas. Os maiores valores do filocrono são devidos então ao aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas que emergem de maneira contínua. Devido a essas alterações na estrutura do perfilho, em uma dada rebrota, o número de folhas por perfilho e a TEF permaneceriam constantes, compensando, assim, a redução da TAF, o aumento do comprimento de lâmina, do período de alongamento e da longevidade de vida, constatadas nas lâminas das folhas sucessivas.

Gomide (1997a) ao estudar plantas crescidas em vasos dos cultivares Tanzânia, Mombaça e Vencedor, durante a fase de estabelecimento em um experimento conduzido em casa de vegetação, constatou que a primeira morte de folhas foi detectada aos 20 dias de idade. No entanto, no caso do cultivar Centenário isso ocorreu por volta dos 27 dias. Na fase de crescimento de rebrota os cultivares estudados apresentaram mortalidade de folhas a partir dos 30 dias de idade. Em uma revisão, Gomide (1997b) mostrou valores de 4,6; quatro e seis folhas por perfilho, respectivamente para os cultivares Colônia, Mombaça e Vencedor. Convém observar que os resultados de número de folhas por perfilho citados

nessa revisão foram todos quantificados em experimentos conduzidos em vasos em casas de vegetação. Pesquisas que avaliaram os fluxos de MS em pastagens mantidas sob pastejo no Brasil, como dito anteriormente, ainda são muito poucas. Desses trabalhos alguns dos seus resultados e conclusões serão discutidos a seguir.

Setelich (1999) em Santa Catarina, trabalhando em pastagens do cultivar Mott de capim Elefante anão adubadas com doses de N (zero, 250, 500 e 750 kg.ha⁻¹), verificou que estas mantiveram durante o mês de novembro de 1996 (correspondente à primavera), respectivamente nas doses de N avaliadas, valores de NFV por perfilho de 5,8; 7,4; 7,3 e de 8,2. Nesse mesmo experimento de pastejo foram observados para o mês de janeiro de 1998 (correspondente ao verão), respectivamente nas doses de N zero, 250, 500 e 750 kg.ha⁻¹, resultados de 9,4; 10,1; 10,5 e 10,7 no NFV por perfilho, de 2,8; 2,6; 2,7 e 2,8 para o número de folhas em expansão (NFE) por perfilho, de 6,6; 7,5; 7,8 e 7,9 para o número de folhas maduras (NFM) por perfilho e TAF, expressa em número de folhas.dia⁻¹, de 0,172; 0,178; 0,172 e 0,175. Quanto a TEF foi observado comportamento linear desta variável no mês de novembro. Na estação do verão (janeiro de 1998), porém, um comportamento quadrático foi verificado. Decréscimos lineares na TSF nas estações da primavera e do verão foram constatados.

Pontes (2000) em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, avaliando distintas alturas de pasto (cinco, 10, 15 e 20 cm) em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), pastejada por cordeiros sob regime de lotação contínua, não observou diferença no número de folhas mantidas na estrutura dos perfilhos de azevém anual. Conforme verificou a autora, em cada perfilho de azevém anual foram mantidas duas folhas expandidas e aproximadamente 1,7 folhas em expansão. O trabalho conduzido por Pontes (2000) fez uso do método de avaliação dos três principais fluxos de MS de Carrère *et al.* (1997).

Segundo Chapman e Lemaire (1993), a morfogênese de plantas pode ser definida como a dinâmica da geração (*genesis*) e expansão da forma (*morphos*) da planta no espaço. Processos de morfogênese em comunidades de plantas pastejadas incluem a taxa de aparecimento de novos órgãos e suas taxas de expansão e de senescência (Lemaire e Chapman, 1996). Ademais, as combinações das variáveis morfogênicas determinam as três principais características estruturais das pastagens (Chapman e Lemaire, 1993; Lemaire e Chapman, 1996). De acordo com esses autores as principais características estruturais das pastagens são: 1 - tamanho da folha, resultante da relação entre a TEF e a TAF, devido a que, para um dado genótipo, a duração da fase de expansão de uma folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas, ou seja, do filocrono (Robson, 1967; Dale, 1982); 2 - densidade de perfilhos, na qual é parcialmente relacionada a TAF, conforme o

conceito de ocupação de sítios “site filling” demonstrado por Davies (1974), o que permitiria estimativas da taxa potencial de perfilhamento. Desta forma, genótipos com alta TAF apresentam alto potencial de perfilhamento e, assim, determinam uma pastagem com densidade de perfilhos mais elevada do que aquelas com baixa TAF e 3 - NFV por perfilho, este resulta do produto da duração de vida das folhas e da TAF. As características estruturais do pasto estão apresentadas na Figura 1.

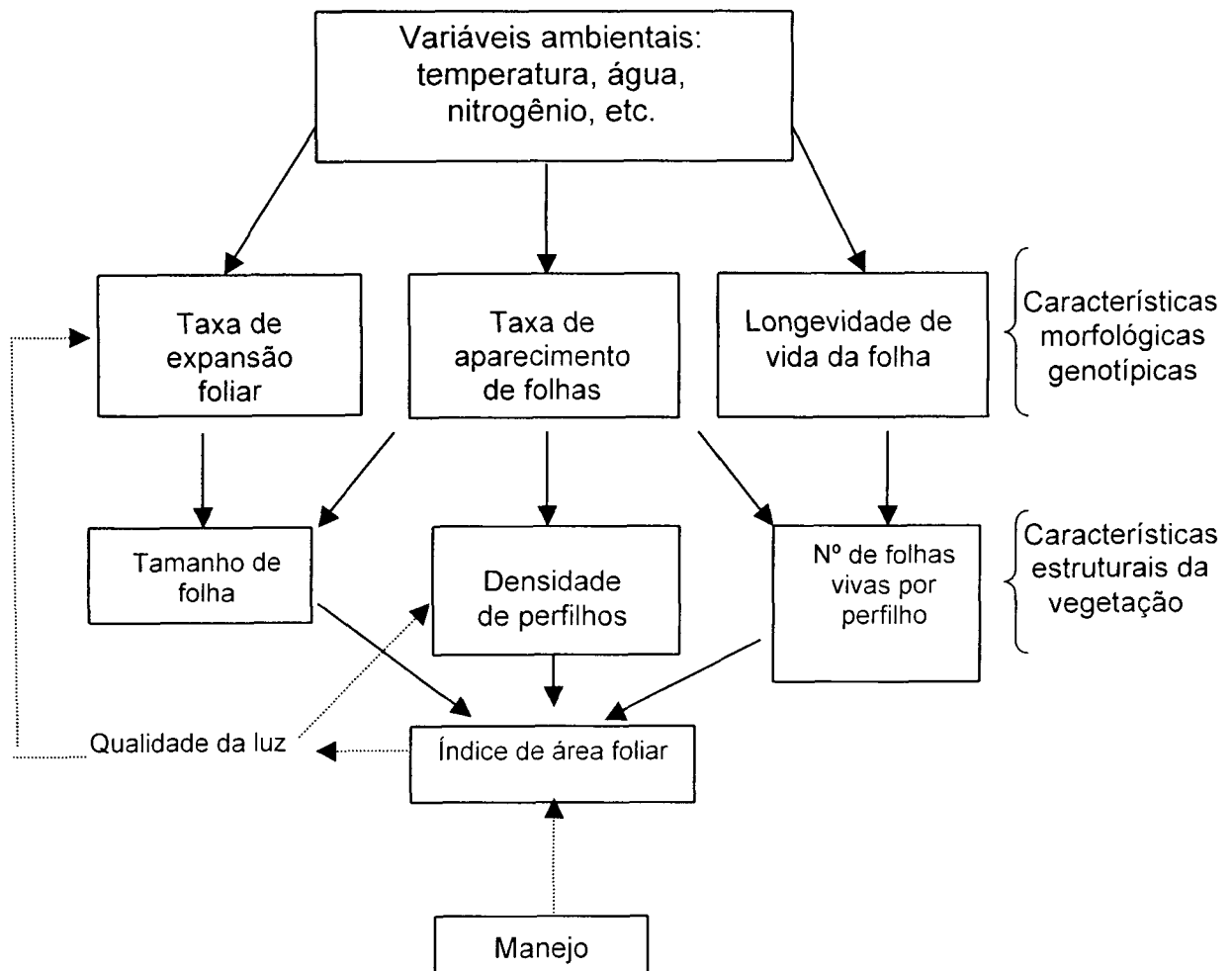


FIGURA 1 – Relações entre variáveis morfogênicas e características estruturais do pasto, adaptado de Chapman e Lemaire (1993).

Conforme se verifica em diversos trabalhos o aumento do suprimento de N influencia positivamente a TEF das gramíneas em pastagens. Isso é evidente em muitas das principais

espécies de gramíneas C_3 e com algumas das espécies de gramíneas C_4 , utilizadas intensivamente em pastagens. Por outro lado, muitos trabalhos com gramíneas C_3 (Grindlay, 1997; Nelson, 1996) mostram que, conquanto ocorram aumentos substanciais da expansão foliar, devido ao aumento das aplicações de N, as taxas fotossintéticas das folhas apresentam somente pequenos aumentos. De acordo com Nelson (1996) isso sugere que o efeito primordial do N seja na produção de células e no seu efeito sobre a TEF, apresentando o N, assim, pouca influência no desenvolvimento dos cloroplastos e sobre a capacidade fotossintética. Com relação a esse fenômeno Gastal e Nelson (1994) demonstraram que o efeito primeiro do N é na produção de células. A partir desse efeito os autores afirmaram, como provável, que as proteínas e os aminoácidos seriam renovados, redistribuídos e dirigidos para a síntese de proteínas associadas aos processos de alongamento das células. Quando é atingido 70% do comprimento final da lâmina da folha, por exemplo, plantas de *Festuca arundinacea* cessam a produção de células nas lâminas (Skinner e Nelson, 1994). Segundo Durand *et al.* (1999) a TEF decorre principalmente do efeito acumulado do alongamento das células na zona basal de crescimento das lâminas das folhas das gramíneas.

Entretanto, os efeitos do N sobre a TEF e na TAF dependem do hábito de crescimento da espécie de gramínea. Pesquisadores como Cruz e Boval (1999) e Lemaire e Agnusdei (1999) evidenciaram isso relatando que em gramíneas cespitosas, como *Festuca arundinacea* (ciclo C_3 e temperada) ou *Setaria sphacelata* (Schum.) Stapf & C.E. Hubb. (ciclo C_4 e tropical), a TEF e o comprimento final da folha aumentou entre três a quatro vezes com aplicações de N, enquanto a TAF se reduziu em 20%. Já, no caso do capim Pangola (*Digitaria eriantha* Steud.), uma gramínea estolonífera tropical de ciclo C_4 , as adubações nitrogenadas apresentaram pequenos efeitos no comprimento final de folha e sobre a TEF. Porém, foi constatado que a TAF aumentou significativamente. Análises e descrições detalhadas dos processos de desenvolvimento e alongamento das folhas das gramíneas forrageiras podem ser encontradas nos estudos de Skinner e Nelson (1995), Nelson (1996) e Schnyder *et al.* (1999).

Quanto à duração de vida das folhas das gramíneas sabe-se que esta é geneticamente determinada, é controlada pela temperatura ambiente e varia conforme a espécie. Segundo Lemaire (1999) a senescência das lâminas de folhas das gramíneas forrageiras é gradual, iniciando-se pelo amarelamento dos tecidos da extremidade da lâmina mais velha do perfilho progredindo para a sua base, até que toda a lâmina, da folha esteja morta. Dessa maneira, o período de senescência corresponderia aproximadamente a um filocrono. Exemplos de estudos referentes aos fatores que influenciam a TEF, TAF e TSF

sobre a longevidade de vida das folhas de gramíneas são os de Setelich (1999), Cruz e Boval (1999), Nabinger e Pontes (2001) e Lemaire e Agnusdei (1999). Entretanto, pouco se conhece a respeito da velocidade de expansão e de senescência e ainda da longevidade de vida dos tecidos de lâminas foliares de pastagens do cultivar Tanzânia-1, quando adubadas com diferentes quantidades de N. Encontram-se, porém, dados observados com o cultivar Tanzânia-1 que se aplicam nas situações de manejo sob regime de lotação intermitente.

Santos (1997) com os cultivares Mombaça e Tanzânia-1 avaliou o efeito do período de avaliação e de diferentes intervalos entre pastejos (28, 38 e 48 dias). Para os períodos de 14/11 a 31/12/1995, 1/1 a 17/2, 18/2 a 5/4 e 24/5 a 10/7 do ano de 1996, o autor quantificou resultados de TEF por perfilho para o capim Tanzânia, respectivamente para os intervalos de pastejo citados acima, de 5,83; 7,27; 7,75 e 1,96; de 6,53; 7,45; 7,47 e 2,05 e de 9,94; 7,42; 6,70 e 2,66 cm.dia⁻¹. Beretta *et al.* (1999) em Mato Grosso do Sul verificaram TEF para o capim Tanzânia de 11,3 mm.dia⁻¹ por folha no período seco e de 15,4 mm.dia⁻¹ por folha para o período chuvoso.

De maneira geral, o efeito do aumento de fertilizações com N nas pastagens das gramíneas de inverno sobre a TAF foram reduzidos ou quase inexistentes. Efeito positivo do N sobre a TAF foi observado quase sempre em plantas com deficiência acentuada de N. De acordo com Whitehead (1995) nas pastagens de gramíneas com altas densidades de populações de plantas ou naquelas com plantas mais espaçadas e baixas densidades populacionais de perfilhos, o N apresenta pouco efeito sobre a TAF.

O método de manejo do pastejo (lotação contínua ou intermitente) é o fator que determina os padrões de desfolha de sistemas de pastejo. Hodgson e Ollerenshaw (1969) em pastagens de azevém perene, manejadas sob lotações contínuas, avaliaram o efeito de taxas de lotação de ovinos sobre a frequência e severidade de desfolha nas lâminas de folhas de perfilhos. Observaram os autores que as taxas de lotação de 29, 77 e de 91 ovinos.ha⁻¹ determinaram severidade de desfolha (expressada em % do total da folha removida por desfolha) de 13, 38 e de 67%, respectivamente. Os diferentes tratamentos ocasionaram também intervalos entre desfolhas de 10; 5,5 e de 5,5 dias e percentuais de folha removida por dia de 1,3; 6,1 e 12,2%, respectivamente nas taxas de lotação de 29, 77 e 91 ovinos.ha⁻¹.

É importante comentar as conclusões apresentadas por Wade (1991) ao estudar variações, consideradas como amplas, de vários sistemas de pastejo (pastejo em faixas, lotação contínua e lotação intermitente) e de densidades de lotação. De acordo com o autor a relação verificada entre a frequência de desfolha de perfilhos individuais com a variável densidade de lotação, precedentemente observada no trabalho de Wade e Baker (1979)

conduzido sob lotação contínua é válida também para os sistemas de pastejo manejados sob lotação intermitente. Em um outro trabalho Wade *et al.* (1989) mostraram que a recíproca do intervalo médio entre duas desfolhas sucessivas de um mesmo perfilho em uma pastagem equipara-se à proporção de perfilhos pastejados em cada dia.

2.4 RESPOSTA DE PASTAGENS DE GRAMÍNEAS AO NITROGÊNIO.

2.4.1 Rendimento de forragem.

Na literatura que trata das estimativas dos potenciais de produção das pastagens, comparações entre plantas forrageiras geralmente são apresentadas com dados de rendimento de MS. Desse modo, para capim Elefante e *Panicum maximum* encontram-se registros de rendimentos anuais de 85,2 e de 48,8 t.ha⁻¹ de MS, respectivamente (Cooper, 1970). No entanto, esses foram resultados obtidos em experimentos com elevados intervalos de corte, como bem foi ressaltado na revisão de Cooper (1970). Ainda conforme esse pesquisador, pastagens de gramíneas tropicais utilizadas sob pastejo e adubadas com altas doses de N, crescendo em países de clima tropical com pouca ou nenhuma limitação de água e temperatura, como em certas regiões de Cuba e de Porto Rico, podem apresentar rendimentos anuais de até 40 t.ha⁻¹ de MS.

A literatura é extensiva quanto a experimentos agrônômicos que mostram o rendimento elevado de MS em resposta ao aumento da quantidade aplicada de N de algumas das gramíneas forrageiras de estação quente. Respostas no rendimento de forragem obtidas sob condições de corte em doses de 600 a 900 kg.ha⁻¹ de N são encontradas para algumas das gramíneas do gênero *Cynodon* (Burton e Hanna, 1995). Examinando-se os dados de rendimento de forragem, nos vários experimentos de pastejo revisados por Vicente-Chandler (1974), verifica-se de modo similar o alto potencial de resposta ao N no rendimento de forragem das seguintes espécies: *Panicum maximum*, capim Pangola, capim Estrela (*Cynodon* sp.) e capim Gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). Rendimentos de 10 a 40 t.ha⁻¹ de MS de *Panicum maximum* foram reportados na literatura revisada por Bogdan (1977), referente aos resultados obtidos em vários países.

Especificamente para os cultivares comerciais mais importantes de *Panicum maximum*, o número de pesquisas quantificando rendimentos de MS e conduzidas sob condições de corte, em resposta aos diferentes montantes de N aplicados ao solo é também considerável. Em Porto Rico as doses de N zero, 224, 448, 896 e 1792 kg.ha⁻¹ foram

aplicadas em *Panicum maximum* e rendimentos de 12, 23, 28, 33 e 39 t.ha⁻¹ de MS, respectivamente, foram verificados (Vicente-Chandler, 1973). Entretanto, estimativas do rendimento de MS de forrageiras quando obtidas em experimentos de corte não devem ser aplicadas para situações em que ocorre o pastejo de animais. Tal orientação, de acordo com Hodgson (1993), se deve ao fato de que os efeitos das máquinas de corte e dos animais em pastejo são claramente distintos. Na literatura referente à Agronomia de Pastagens dos países do Reino Unido podem ser encontradas muitas evidências demonstradas nos últimos anos que corroboram a afirmação desse cientista.

Ao comentar recomendações de adubações nitrogenadas para as pastagens de *Panicum maximum*, Monteiro (1995) demonstrou que as quantidades de N preconizadas variam de 50 a 300 kg.ha⁻¹, com a menor dose de N sendo indicada para evitar a degradação da vegetação. As maiores quantidades de N seriam aconselhadas para duas situações específicas. A primeira, para incrementos na produtividade das pastagens. A segunda seria para os sistemas intensivos de produção animal que utilizam a espécie. Para o Estado do Paraná, visando o aumento do rendimento de forragem, Marun e Alves (1996) preconizaram doses anuais de N entre 80 a 100 kg.ha⁻¹ para os pastos de capim Colômbio. Os mesmos autores citam que, dentro de propostas de manejo mais intensivas, quantidades anuais de N superiores a 200 kg.ha⁻¹ poderiam ser normalmente utilizadas por pecuaristas.

No Brasil não se encontram experimentos de pastejo avaliando doses de N conduzidos sob regime de lotação contínua para os principais cultivares de *Panicum maximum*. Entretanto, existem informações mostrando rendimentos de MS de pastagens de alguns dos cultivares dessa gramínea, adubadas com altas quantidades de N e verificadas em experimentos de pastejo. Sob condições de lotação intermitente e em solo de alta fertilidade, no Estado de São Paulo com o cultivar Tanzânia-1 foi obtido rendimento de 23,6 t.ha⁻¹ de MS e taxa de acúmulo de MS diária de 140 kg.ha⁻¹, com a dose de 320 kg.ha⁻¹ de N (Tosi, 1999). Com capim Tobiata foi verificado rendimento anual de 51,6 t.ha⁻¹ de MS, também em solo de alta fertilidade (Teixeira, 1998). Nesse último trabalho a pastagem foi utilizada com períodos de ocupação e de descanso, respectivamente, de um e de 33 dias. Uebelle (2002) trabalhando com capim Mombaça, adubado com 195 kg.ha⁻¹ de N e sob regime de lotação intermitente, avaliou duas combinações de intensidade de pastejo (30 e 50 cm de altura do resíduo pós pastejo) com duas frequências de desfolha (pastejo iniciado com 95% ou 100% de interceptação de luz no dossel). No que se refere à taxa de acúmulo de MS foi verificada interação entre o resíduo pós pastejo, interceptação luminosa e época do ano. Quanto à distribuição do acúmulo de MS do período experimental foi verificado que 44% do rendimento total anual foi obtido no verão, 29% na primavera, 17% no outono e 10%

no inverno. Lugão (2001), autora já citada anteriormente, estudando as doses de N zero, 150, 300 e 450 kg.ha⁻¹, igualmente sob lotação intermitente, verificou comportamento quadrático da taxa de acúmulo de MS durante os cinco ciclos de pastejo investigados. Rendimentos totais de 5.280, 15.985, 28.851 e 31.019 kg.ha⁻¹ de MS para os 200 dias de pastejo foram quantificados, respectivamente nas doses de N zero, 150, 300 e 450 kg.ha⁻¹.

Avaliações de pastagens com algumas das espécies de gramíneas tropicais adubadas com N, mediante experimentos de pastejo com bovinos de corte e com o método das lotações contínuas, foram realizadas nos últimos 15 anos. É conveniente assinalar que esses estudos de pastejo foram todos conduzidos nos Estados do Sul do Brasil. Uma apreciação dos resultados obtidos de taxa de acúmulo de MS desses experimentos é, então, necessária.

Moojen (1993) na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul estudou as quantidades de N zero, 150 e 300 kg.ha⁻¹ verificando aumento linear da taxa diária de acúmulo de MS. Lupatini (1995) trabalhando na mesma área experimental do experimento de pastejo conduzido por Moojen (1993), porém, na estação de crescimento seguinte, avaliou os montantes de N zero, 150, 300, 450 e 600 kg.ha⁻¹. Diferentemente do estudo realizado na estação de crescimento anterior, ele constatou comportamento quadrático da taxa de acúmulo de MS aos acréscimos das quantidades de N investigadas. Setelich (1999), citada precedentemente, com o cultivar Mott de capim Elefante anão e em duas estações de crescimento sucessivas, avaliou quatro doses de N aplicadas na forma de uréia (zero, 250, 500 e 750 kg.ha⁻¹). Um método novo de avaliação de taxa de acúmulo de MS de lâminas de folhas verdes foi utilizado. Aumento linear da variável foi observado nas estações da primavera e do outono. Na estação do verão no primeiro ano de avaliação foi verificado comportamento linear. Entretanto, no verão seguinte, comportamento quadrático da taxa de acúmulo de MS de lâminas de folhas verdes foi observado.

Na Tabela 1 podem ser examinadas as equações de regressão de taxas de acúmulo de MS e de taxas de acúmulo de MS de lâminas de folhas verdes, quantificadas em estudos de pastejo selecionados e que foram conduzidos nas condições de clima subtropical dos Estados do Sul do Brasil.

As equações de regressão da Tabela 1 demonstram o quanto o N influencia a taxa diária de acúmulo de MS por unidade de área. A análise das equações de regressão demonstra também os elevados rendimentos de MS que podem ser obtidos com altas taxas de aplicação de N. Quanto aos rendimentos de MS das doses intermediárias de N, constatadas sob regime de lotação contínua com o capim Milheto (Moojen, 1993; Lupatini, 1995), com o cultivar Mott de capim Elefante anão (Setelich, 1999) e daqueles obtidos sob

lotação intermitente por Lugão (2001), revelam a validade da generalização de que, já nas doses intermediárias de N são obtidos incrementos consideráveis com estas gramíneas forrageiras de rota metabólica C₄. Os experimentos de pastejo conduzidos em São Paulo por Teixeira (1998), Tosi (1999) e Uebelle (2002) igualmente confirmam essa característica agrônômica do gênero *Panicum maximum*, dentre outros trabalhos. Quanto às taxas diárias de acúmulo de MS quantificadas nos estudos de pastejo sem o efeito do N (tratamento testemunha) apresentadas na Tabela 1, pode-se afirmar que as diferenças observadas exprimem em sua maior parte variações nas condições gerais de fertilidade do solo das pastagens experimentais e das condições climáticas em que foram conduzidos os trabalhos.

TABELA 1 – Equações de regressão das taxas diárias de acúmulo de massa seca (Y), expressas em kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MS, em função de doses de nitrogênio (X), quantificadas em estudos de pastejo com gramíneas de rota metabólica C₄, conduzidos nos Estados da Região Subtropical do Brasil.

Experimento	Período ou estação	Equação de regressão	R ²
Moojen (1993)	8/1-3/4/1992	$Y=48,8+0,34X$	0,77
Lupatini (1995)	31/12/93-16/4/1994	$Y=71,9+0,34X-0,00037X^2$	0,75
Setelich (1999)	out/96-abr/1997		
	Primavera	$Y=10,8850+0,0573X$	0,70
	Verão	$Y=38,5900+0,0593X$	0,83
	Outono	$Y=10,600+0,0067X$	0,65
Setelich (1999)	out/97-abr/1998	*Y=TAMSLV	
	Primavera	$Y=29,0250+0,0331X$	0,69
	Verão	$Y=21,1425+0,0886X-0,00008X^2$	0,83
	Outono	$Y=11,4500+0,0219X$	0,86
Lugão (2001)	Ciclo de pastejo (CP)	**Yt1= log Y	
	CP1 15/10-24/11/1998	$Yt1=2,36999+0,009109X-0,00001073X^2$	0,89
	CP2 24/11-03/01/1999	$Yt=2,667798+0,008675X-0,00000991X^2$	0,87
	CP3 03/01-12/02/1999	$Yt=2,932989+0,010475X-0,00001319X^2$	0,86
	CP4 12/02-24/03/1999	$Yt=3,363200+0,009766X-0,00001267X^2$	0,86
	CP5 24/03-03/05/1999	$Yt=3,385794+0,007163X-0,00000866X^2$	0,71

*TAMSLV= taxa de acúmulo de massa seca de lâmina verde.

**Yt= log Y, os dados foram transformados e analisados como log Y. As médias são dados originais.

Experimentos realizados com azevém perene, espécie de gramínea forrageira de rota metabólica C₃ e das mais utilizadas em pesquisas com N demonstram que a curva de resposta no rendimento de forragem ao acréscimo das quantidades de N apresenta fase linear inicial de 15 a 30 kg de MS por kg de N, usualmente até taxas de aplicações de N

variando de 250 a 400 kg.ha⁻¹ (Hopkins, 2000). Com acréscimos posteriores de N Jarvis *et al.* (1995) observaram que a resposta no rendimento de forragem ao N se reduz atingindo valores entre cinco e 15 kg de MS.kg⁻¹ de N aplicado. Whitehead (2000) informa que em altas taxas de N aplicadas à resposta no rendimento de forragem por quilograma adicional de fertilizante com N é reduzida, gradualmente, até que o máximo de rendimento de forragem seja atingido, ponto no qual a resposta adicional a fertilizantes com N é nula. Na fase seguinte da curva de resposta, correspondente às excessivamente altas quantidades de N aplicadas, eventualmente já poderia ocorrer decréscimo nos rendimentos de forragem, tornando a resposta negativa.

Devemos admitir, para o caso das condições subtropicais do Sul do Brasil, no tocante à curva de resposta ao N dos cultivares de *Panicum maximum* mais utilizados, que ainda são necessários maior número de experimentos que revelem sua magnitude de resposta. As respostas às aplicações de N preferencialmente devem ser obtidas em experimentos de pastejo realizados em solos de alta fertilidade. Evidências experimentais mostram que a inclinação da curva de resposta à fertilização com N das principais espécies de gramíneas C₃ e C₄ usadas em pastagens são influenciadas por fatores como a fertilidade do solo, disponibilidade de água, estação do ano e pelas condições/estado da pastagem (densidade de perfilhos, sistema radical, área foliar, etc.).

Geralmente as respostas no acúmulo de MS por ha ao N dos trabalhos com forrageiras tem sido comparadas no tempo em função da quantidade de N utilizada. Modelo simples de análise do crescimento de culturas para o total da biomassa de MS acumulada, desenvolvido por Monteith (1972) e depois estendido para outras espécies forrageiras por Gosse *et al.* (1986), permitem a análise do crescimento de várias culturas substituindo o tempo pela radiação solar interceptada acumulada. Lemaire *et al.* (1996) afirmaram que, a partir desses modelos, previsões relativamente precisas da produtividade potencial de algumas das espécies de plantas forrageiras puderam ser realizadas. Conforme Nabinger (1996) a produtividade potencial é aquela que pode ser obtida em condições não limitantes, ou seja, em situações em que as plantas não são afetadas por déficit hídrico e são mantidas com adequada nutrição mineral. A análise do crescimento das culturas de gramíneas, com base nos modelos propostos por Monteith (1972) e Gosse *et al.* (1986), depende de variáveis como a eficiência de captura e de conversão da energia solar em MS pela estrutura das plantas. Por conseguinte, houve melhorias no entendimento pelo qual o déficit na nutrição de N atua sobre os diferentes mecanismos de crescimento das estruturas dos pastos de gramíneas (Lemaire *et al.*, 1996). A partir disso os rendimentos de MS das pastagens de gramíneas puderam ser relacionados às principais variáveis de um

determinado meio ambiente. Como um exemplo das variáveis do meio ambiente está a disponibilidade de N. Em um item posterior desta revisão que discute alterações nas características da pastagem causadas por fertilizações nitrogenadas, são discutidos resultados de trabalhos que mostram os efeitos do N no desenvolvimento da estrutura das plantas.

2.4.2 Composição botânica.

Quanto aos efeitos do N na composição botânica das pastagens, as mudanças observadas são usualmente atribuídas à competição entre plantas e estas envolvem interações complexas.

De acordo com Dougherty e Rhykerd (1985), normalmente aplicações de adubos com N favorecem o crescimento das espécies de gramíneas mais desejadas e podem ainda alterar as relações entre as plantas das pastagens. Entretanto, vale ressaltar que as estimativas das diferenças verificadas nas respostas ao N são muitas vezes devidas, ou até mesmo confundidas, com outros fatores. Isso significa que variáveis bióticas e abióticas do meio ambiente de pastagens, que não as quantidades de N aplicadas, são as que ocasionam variações de espécies de plantas na composição botânica. Dentre essas, Andrew e Johansen (1978) citaram os elementos químicos do solo relacionados à nutrição das plantas, o suprimento de água, a temperatura, luz e a densidade de plantas, bem como a frequência e altura de desfolha; nas quais afetariam espécies de hábitos contrastantes de crescimento e de maneiras distintas.

Nas pastagens com densas comunidades de plantas a germinação de sementes pouco viabiliza o recrutamento de novas plantas para a comunidade. Segundo sugere Crawley (1990), isso se deve à competição por recursos do meio pelas plantas de gramíneas já estabelecidas. Pastagens de *Panicum maximum* bem fertilizadas e manejadas com quantidades relativamente altas de folhas verdes, sob regime de lotação contínua, são exemplos característicos de comunidades de plantas densas e com perfilhos folhosos. Não obstante a essas condições Cecato *et al.* (2001) mostraram que pastagens de capim Tanzânia manejadas sob regime de lotação contínua, durante a estação de crescimento, mesmo sendo utilizadas com variações de quantidades intermediárias a altas de MLFV por ha, ainda assim apresentam pequenas áreas com solo descoberto. Como exemplo das áreas com solo desnudo nas pastagens de capim Tanzânia podem ser mencionados os locais usados para as atividades de ruminação e ócio dos animais, as áreas próximas das

aguadas, dos cochos de sal, nas cercanias das porteiras e os caminhos causados pelo tráfego excessivo dos animais.

Burke e Grime (1996) indicam como a principal fonte de trocas da diversidade de plantas em pastagens os locais com vazios na vegetação, pois estes permitem lugar a espécies invasoras e outras espécies de plantas. Contudo, devem ser reconhecidas situações em que outras espécies de gramíneas presentes na composição botânica das pastagens, mesmo sendo identificadas como invasoras e de menor qualidade de forragem, apresentam bom valor nutritivo, contribuem para a cobertura do solo, na produção de forragem e na dieta dos animais em pastejo. Evidente é que diferentes espécies de plantas de gramíneas, quando consideradas invasoras, devem ser mantidas em muito baixas proporções nas pastagens de *Panicum maximum*.

Tallowin *et al.* (1995) trabalhando em Devon, Inglaterra, investigaram o quanto à habilidade competitiva do azevém perene seria desvantajosa na ocupação de pequenos nichos da pastagem, estes normalmente preenchidos por outras espécies de gramíneas temperadas devido a uma possível inabilidade do azevém perene. Os autores comentaram que espécies como *Holcus lanatus* L., *Agrostis stolonifera* L. e *Poa trivialis* L. são usualmente encontradas nas pastagens de azevém perene adubadas com altas doses de N do Reino Unido. A massa de perfilho, o comprimento de lâmina, a TEF, a TAF e a utilização de lâmina de folhas (percentual do comprimento de lâmina removida pelo pastejo) foram então avaliadas nessas quatro espécies. As avaliações foram realizadas em 40 perfilhos de cada espécie de gramínea, em duas unidades experimentais mantidas com MF semelhantes e manejadas sob lotação contínua, porém, adubadas com doses de N distintas (zero e 400 kg.ha⁻¹ de N) nos anos de 1985, 1986 e 1987. Embora a MF tenha sido mantida em quantidades similares e constantes nas duas parcelas experimentais em que foram aplicados os tratamentos de adubações com N, ao longo dos períodos experimentais foram verificadas diferenças consideráveis no tamanho dos perfilhos, dentre e entre as espécies estudadas. Os resultados obtidos durante a estação de pastejo mostraram que o azevém perene foi inábil em reduzir sua massa de perfilho e o seu comprimento de lâmina, ao menos na mesma extensão daquela verificada nas outras três espécies. Em relação às outras espécies de gramíneas avaliadas a TAF foi maior em azevém perene. Quanto a TEF, esta foi maior em azevém perene, na maioria dos períodos avaliados e em ambas parcelas submetidas aos tratamentos com e sem N. Tallowin *et al.* (1995) consideraram que a plasticidade morfológica do azevém perene, aparentemente, é mais restrita em relação àquelas de *Agrostis stolonifera* e *Poa Trivialis*, não sendo o azevém perene hábil o bastante

para minorar o tamanho dos seus perfilhos e folhas, se comparado às outras três espécies de gramíneas estudadas.

Nas fazendas de produção de bovinos de corte do Paraná, ao que parece, a maioria das situações em que as gramíneas invasoras recrudescem nas pastagens de *Panicum maximum* podem ser atribuídas à falta de duas das mais importantes práticas agrônômicas em pastagens. A primeira reside na ausência de fertilizações baseadas em recomendações técnicas com N, assim como dos demais nutrientes ao longo dos anos. A segunda, no manejo inadequado dessas pastagens as quais são muitas vezes utilizadas sob altas pressões de pastejo. O mais freqüente, porém, são ambos os fatores mencionados ocorrendo simultaneamente e continuamente com o passar dos anos.

Certas características que conferem vantagens às espécies de gramíneas consideradas invasoras de pastagens cultivadas podem estar relacionadas à utilização do N na estrutura da própria planta. De acordo com a sugestão de Thornton *et al.* (1994) a habilidade de remobilizar o N armazenado nas estruturas das plantas é uma característica de espécies de plantas adaptadas a ambientes pobres em nutrientes, bem como das principais espécies de gramíneas invasoras de pastagens. Com base na literatura é admissível que desfolhas diferenciais causadas pelo pastejo dos animais (Brown e Stuth, 1993) e os mecanismos de resistência ao pastejo das plantas (Briske, 1996), como as mudanças morfológicas (Briske e Richards, 1995) e fisiológicas (Thornton *et al.*, 1994; Thornton e Millard, 1996), sejam os principais fatores envolvidos na determinação, em certas circunstâncias, de mudanças na composição botânica das pastagens de gramíneas fertilizadas com N.

Face aos objetivos de se manter na pastagem somente a espécie desejada e a sua persistência, juntamente com produções sustentáveis de forragem ao longo dos anos, poucos foram os estudos de pastejo preliminares conduzidos por períodos superiores a três anos de duração que revelam a dependência do capim Tanzânia das aplicações de adubos com N.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM E O NITROGÊNIO.

O objetivo deste item é discutir os mais importantes efeitos do N nas características que demonstram as condições/estado da pastagem. Outra questão examinada será a de como os mecanismos envolvidos no rendimento de forragem, nas situações em que as pastagens são usadas com animais em pastejo, podem ser alterados em função das

diferentes quantidades aplicadas de N. Para expor esses temas serão analisados resultados de forrageiras de ciclo C_3 e C_4 , avaliadas em trabalhos conduzidos em pastagens sob pastejo e em pequenas parcelas sob condições de corte. Trabalhos com forrageiras crescidas em vasos em condições de meio ambiente controlado de casas de vegetação serão também analisados.

Nas plantas de gramíneas os efeitos do N se manifestam na fisiologia das raízes, dos colmos e das lâminas e bainhas das folhas. O N pode influenciar nos processos de morfogênese da estrutura dos perfilhos das gramíneas (Cruz e Boval, 1999). Ante o desencadeamento de todos esses efeitos, as aplicações de N também ocasionam, como não poderia deixar de ser, alterações substanciais em muitas das variáveis utilizadas para caracterizar o estado/condições da pastagem. É sabido que o rendimento de forragem e o rendimento animal estão altamente relacionados às características da pastagem (Hodgson, 1990; Hodgson, 1993; Penning *et al.*, 1991b; Penning *et al.*, 1994). Nos últimos anos foram divulgadas revisões (Hodgson, 1985; Burns *et al.*, 1989) demonstrando claramente o quanto às características do estado da pastagem são imprescindíveis para a correta interpretação dos resultados de experimentos de pastejo. Entretanto, de acordo com Marriott e Carrère (1998), variáveis descritoras do estado da pastagem, como a quantidade de MF, massa de raízes, composição botânica, altura do pasto e de estrutura de plantas, fornecem somente estimativas instantâneas das condições da pastagem a uma dada escala e a um dado ponto no tempo. Eles enfatizaram que mesmo que as estimativas das principais características da pastagem sejam repetidas de modo a demonstrar informações nas alterações das condições do pasto e de seu perfil com o tempo, em resposta a efeitos prévios ou ao manejo realizado anteriormente, geralmente os padrões espaciais da vegetação não são considerados.

Como se vê, mesmo que as pastagens possam ser mantidas continuamente em uma determinada altura, MF, oferta de forragem ou IAF, ou seja; em condições constantes segundo um determinado critério de manejo do pastejo adotado, ocorrem variações nos padrões espaciais da vegetação. Em monoculturas de pastagens de gramíneas manejadas sob regime de lotação contínua, autores como Cid e Brizuela (1998) e Hirata (2000) demonstraram que a vegetação é formada de mosaicos com graus distintos de utilização. Em consequência verificam-se no relvado das pastagens mosaicos de plantas não pastejadas, de plantas pastejadas com baixas ou com elevadas quantidades de MF, bem como locais de transição que apresentam níveis intermediários de altura, de utilização e quantidade de MF. Além disso, acresce que algumas das características do estado da pastagem ainda apresentam respostas a muitos outros fatores. Dentre os mais importantes

Hodgson (1985) citou as variações devidas às influências de solo e de clima, das características genéticas das plantas, das populações de animais, das quantidades de fertilizantes, alimentos alternativos e ainda das estratégias de manejo utilizadas, que determinariam o uso de todos estes fatores.

Em ecossistemas pastejados é sabido que a imposição de intensidades de desfolha distintas determinam alterações em muitas das características da pastagem. Em pastagens de azevém perene manejadas sob lotação contínua, mantidas com altas intensidades de desfolha e pastejadas por ovinos, por exemplo, Parsons *et al.* (1984) relataram que a desfolha severa e contínua do relvado determina elevada densidade demográfica de perfilhos (40.000 perfilhos.m⁻²). Porém, os perfilhos apresentam pequeno tamanho e reduzida área foliar (0,15 a 0,40 cm²). Outro aspecto que deve ser assinalado é o fato de que ocorrem mudanças ao longo do tempo na demografia da população de perfilhos causadas pela dinâmica de geração das novas categorias de perfilhos e que apresentam idades distintas (Matthew *et al.*, 1999). Trabalhos recentes que monitoraram a dinâmica de populações de perfilhos em gramíneas do gênero *Cynodon* (Carvalho *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2001) e com os cultivares Tanzânia-1 e Mombaça (Carvalho, 2002) demonstraram isso. É conveniente observar que o fluxo dinâmico dos indivíduos componentes das populações de plantas e que nas pastagens de gramíneas é determinado pelas variações nos padrões demográficos dos perfilhos (taxas de natalidade e de mortalidade de perfilhos) e dos componentes morfológicos (lâminas, bainhas e colmos) destes, tem sido enfatizado há bastante tempo, principalmente na literatura que trata da ecologia e biologia das populações de plantas (Harper, 1978; Harper, 1989).

Segundo Van Keulen *et al.* (1989) uma abordagem mais promissora e que permite avanços no entendimento é aquela que descreve os efeitos do N, ou a sua deficiência, em termos dos processos que determinam o crescimento e rendimento das culturas, conforme foi apresentada por Greenwood (1982). Van Keulen *et al.* (1989) afirmam que, em essência essa abordagem pode descrever o desenvolvimento da estrutura das plantas, podendo desta maneira predizer as bases das exigências de nutrientes para que determinadas metas de rendimento possam ser atingidas. Com base nesse novo conceito de nutrição de plantas, Lemaire e Gastal (1997) e Duru *et al.* (1997) discutiram o conteúdo de N como indicador das condições nutricionais referentes ao N das plantas, no tocante às espécies de gramíneas forrageiras.

É importante salientar que os trabalhos realizados no Brasil com N a seguir referidos, certamente já permitem uma idéia das variações observadas nas principais características da pastagem e da complexidade dos fatores envolvidos, bem como das suas implicações,

na produção de MS, no consumo de forragem dos animais, sobre os fluxos de MS e no rendimento animal por ha.

Lupatini (1995) avaliando quantidades de N em pastagens de capim Milheto, citado previamente, não verificou efeito das doses de N sobre a MF. No entanto, foi observado comportamento quadrático das variáveis altura do pasto e da relação folha/colmo. Nesse trabalho foi observado relação linear negativa entre a percentagem de lâmina de folha verde com os montantes de N investigados. Concomitante ao trabalho conduzido por Lupatini (1995), Heringer e Moojen (2002) avaliaram a densidade de forragem em diferentes camadas de altura do perfil do pasto. Eles verificaram que os montantes de N não influenciaram os resultados de densidade de forragem dos estratos avaliados.

Boggiano *et al.* (2001) em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, avaliaram cinco diferentes ofertas de forragem juntamente com cinco doses de N sobre as características morfológicas de *Paspalum notatum* Flugge. A análise dos resultados, realizada por meio de respostas de superfície, mostrou que houve aumento do comprimento das folhas e do IAF dos pastos mantidos com maiores ofertas de forragem e adubados com as mais altas quantidades de N. Os maiores valores de IAF foram obtidos por meio de reduções das densidades populacionais de perfilhos e estes, apresentaram individualmente menor número de folhas, porém de maior tamanho. O efeito de doses de N em pastagens de capim elefante anão cultivar Mott, manejadas sob regime de lotação contínua na estação de crescimento e em dois anos consecutivos, sobre as principais características da pastagem foram avaliadas também por Setelich (1999), autora citada anteriormente. As quantidades de N apresentaram efeito nas quantidades de MLFV na primavera e no verão do primeiro ano. No entanto, no segundo ano não foi observada diferença das quantidades de MLFV. No tocante a MS por perfilho não houve efeito das distintas doses de N. Quanto à densidade populacional de perfilhos os tratamentos nitrogenados zero, 250, 500 e 750 kg.ha⁻¹ de N determinaram aumento desta variável em ambas estações de crescimento avaliadas.

As diferenças de populações de perfilhos em pastagens devido ao reduzido suprimento de N podem estar relacionadas ao não desenvolvimento de gemas já iniciadas na estrutura dos perfilhos. Para situações em que plantas de trigo encontraram-se deficientes de N, Longnecker *et al.* (1993) mostraram que ocorre redução do número de gemas iniciadas e isto decorreria do menor número de folhas emergidas. Sendo assim, ocorreria diminuição dos sítios potenciais, havendo então pouco efeito do N nos processos de iniciação de gemas novas. Não obstante a isso, a variação do IAF é apontada como fator que pode alterar ou não a densidade de perfilhos em pastagens adubadas com N (Lemaire, 1997). Em situações de baixo IAF as adubações de N determinariam aumento do número de

perfilhos e isto ocorreria pelo aparecimento de novos perfilhos devido ao preenchimento dos sítios potenciais então disponíveis. Nas situações de IAF alto o N apresentaria pouco efeito sobre a densidade populacional de perfilhos. Situações em que o IAF é alto em pastagens provocam alterações na quantidade e na qualidade (relação vermelho/vermelho extremo) da luz que chega ao longo do perfil da estrutura das plantas (Deregibus *et al.*, 1983). Como decorrência dessas alterações a iniciação de gemas basilares é inibida e o sombreamento ocasionaria elevada mortalidade dos perfilhos mais jovens. Por outro lado, Wilman e Wright (1983) mencionam que no campo, aparentemente a resposta ao N das forrageiras é expressa mais em termos de aumento do tamanho da folha do que no número de perfilhos. Em experimentos conduzidos em vasos, os mesmos autores citam que pode ocorrer o contrário.

Simon e Lemaire (1987) estudando combinações de épocas de semeadura, doses de N e de distintas densidades de plantas, mostraram que pastos de gramíneas de inverno, durante o estabelecimento e logo após atingirem valor de IAF por volta de três, praticamente estabilizam suas densidades de perfilhos. Eles verificaram, para o caso de pastagens estabelecidas em fase de rebrota, que a produção de novos perfilhos cessa não em função de uma determinada data, mas sim, quando o IAF atinge valores entre três a quatro. Segundo os autores a temperatura e o aumento das quantidades de N promovem maior perfilhamento somente nas situações em que os pastos se apresentam com IAF inferior a três. O valor de IAF ao redor de três poderia, então, ser considerado como limitante para o perfilhamento dessas pastagens que estão acumulando MS. Acima desse valor não haveria efeito positivo do N nas quantidades de perfilhos por ha e os assimilados da fotossíntese seriam destinados principalmente para o alongamento das folhas, havendo o início do decréscimo da densidade de perfilhos por unidade de área em consequência dos processos de autocompensação.

Robson e Parsons (1978) na Inglaterra avaliaram pequenas comunidades com altas densidades de plantas de azevém perene, crescidas em vasos em casa de vegetação, objetivando avaliar o efeito de duas doses de N, uma dose baixa (três ppm) e outra dose alta (300 ppm). As avaliações iniciaram somente após as comunidades de plantas terem atingido completa interceptação de luz, correspondente ao valor de IAF igual a cinco. Nas comunidades de plantas supridas com a baixa quantidade de N foi constatado menor valor de IAF, menor quantidade de massa de parte aérea viva, menor relação de área foliar e menor taxa de fotossíntese bruta na estrutura das plantas, bem como menor taxa de fotossíntese nas folhas. Quanto à taxa de fotossíntese líquida da estrutura do perfilho foi à comunidade de plantas deficiente de N que apresentou taxa mais elevada. No que se refere

à repartição da MS dos órgãos superiores das plantas, as comunidades de plantas supridas com a menor quantidade de N apresentaram, proporcionalmente a sua MS total, maior participação de raízes e de material morto, porém, com menor proporção de lâminas de folhas. Dentre as principais conclusões os pesquisadores afirmaram que a superioridade das comunidades de plantas com alto N, quando expressada em termos de fotossíntese bruta da estrutura, é parcialmente reduzida devido às mais altas taxas de respiração da estrutura das plantas e também ao fato de que, nestas comunidades de plantas, foram obtidas taxas mais elevadas de fotossíntese líquida na estrutura dos perfilhos somente a partir de irradiações de saturação de 180 W.m^{-2} (irradiações elevadas), com rendimentos de somente 15% a mais de MS. Apesar disso, como nas comunidades de plantas com alto suprimento de N foi destinada mais MS para o crescimento da parte aérea, em relação àquela MS direcionada ao sistema radical, isto determinou nas plantas com alto N duas vezes mais massa de lâminas e de área foliar.

Um outro trabalho, conduzido por Robson e Deacon (1978), investigou alterações na MS e na composição química das folhas sob efeito dos mesmos tratamentos de N estudados por Robson e Parsons (1978). As folhas foram classificadas (numeradas) conforme sua posição na estrutura do perfilho durante as fases de crescimento e morte. Uma série de outras variáveis, como o número de perfilhos por planta, TAF, NFV, TEF, área de lâmina de folha e a variação do conteúdo de N das folhas com o tempo, também foram examinadas. Imediatamente antes dos tratamentos terem sido impostos, ambas comunidades de plantas apresentavam-se com cinco perfilhos produzidos por planta, incluindo o do colmo principal. Logo após as comunidades de plantas com alto N atingiram valores de seis perfilhos por planta. As plantas com baixo N produziram quantidade máxima de 5,2 perfilhos por planta. Como posteriormente foi verificada a morte de um de cada quatro desses perfilhos, isto resultou em 3,8 perfilhos por planta. Ambos tratamentos de suprimento de N não determinaram diferenças na TAF e no NFV produzida nas comunidades de azevém perene. Diferenças favoráveis nas comunidades de plantas com alto N foram constatadas na TEF e na área de lâmina, nas folhas de número cinco, seis e sete. Alterações da composição química e na MS das lâminas e bainhas das folhas sucessivas do colmo principal com o passar do tempo foram verificadas. Outro resultado observado foi que, ao longo do tempo as plantas com alto N apresentaram poucas variações em conteúdo de N nas diferentes folhas da estrutura, com variações nos valores percentuais de N de 5,8 a 5,2% para lâminas e de 4,8 a 3,6% nas bainhas. Comportamento distinto foi observado no tratamento com baixo suprimento de N, com os teores deste elemento declinando de 5,7 para 1,9% nas lâminas e de 4,8 para 1,2% nas bainhas.

Bélanger *et al.* (1992) em Lusignan, na França, estudaram os efeitos de fertilizações nitrogenadas sobre os processos de crescimento de pastos irrigados de *Festuca arundinacea*. Para tanto foram avaliadas a concentração de N ótima na forragem, o IAF, a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e a eficiência de uso da radiação. Essa última variável quantifica a eficiência de conversão da radiação interceptada em biomassa na parte aérea das plantas. Isso permitiu análises simultâneas da deficiência do N sobre os processos fotossintéticos e morfogênicos da estrutura dos perfilhos. Os resultados mostraram que grande parte do efeito da deficiência de N está relacionada à redução da TEF, o que determinaria menor quantidade de PAR absorvida pela vegetação, juntamente com a redução da proporção de assimilados destinados para o crescimento da parte aérea. Uma outra conclusão do estudo foi a de que somente 20% do efeito total da deficiência de N poderia ser atribuída à redução que ocorre na capacidade fotossintética das lâminas das folhas.

Os resultados obtidos por Bélanger *et al.* (1992) verificados sob condições de corte, aplicam-se nas situações em que pastagens de *Festuca arundinacea* são utilizadas em regime de lotação intermitente. Na seqüência outros estudos na mesma linha de trabalho (Mazzanti e Lemaire, 1994; Mazzanti *et al.*, 1994) foram conduzidos também com *Festuca arundinacea*, porém, voltados para situações em que as pastagens são utilizadas com o método das lotações contínuas.

Dos experimentos que revelaram efeitos do N sobre a interface planta-animal das pastagens de gramíneas tropicais, o trabalho conduzido por Stobbs (1975) em pastagens de capim Setária (*Setaria sphacelata*) com vacas da Raça Jersey foi dos primeiros a mostrar que a adubação com N influencia o consumo de forragem de animais em pastejo, por meio de alterações provocadas nas densidades de lâminas de folhas verdes dos estratos superiores da pastagem. O autor verificou avaliando o rebrote de seis semanas que a baixa densidade volumosa de lâminas de folhas verdes das camadas mais altas do relvado impuseram reduções no consumo de forragem dos animais, conquanto as quantidades instantâneas de MF estivessem elevadas. O experimento de pastejo de Stobbs (1975) e de inúmeros outros estudos conduzidos posteriormente trouxeram uma redefinição de variáveis que necessariamente deveriam ser avaliadas em experimentos de pastejo.

A discussão deste item demonstrou que o N pode determinar ou não alterações das principais variáveis que são normalmente utilizadas em experimentos de pastejo para descrever as condições/estado da pastagem. Tais mudanças são devidas aos processos de fotossíntese e respiração das plantas, tanto ao nível de folhas individualmente como na estrutura dos perfilhos e no pasto como um todo, alterações do IAF, na MS e da composição

química das plantas, bem como os ajustes que ocorrem na densidade populacional de perfilhos. A partir dessa compreensão as respostas ao N verificadas na produção de forragem obtidas em experimentos de pastejo puderam ser mais bem entendidas.

2.6 PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS DE *Panicum maximum*.

No Brasil as pastagens de *Panicum maximum* tem sido avaliadas por meio de experimentos de pastejo a partir do ano de 1957 (Mott *et al.*, 1970; Miller *et al.*, 1970). Pesquisadores como Bogdan (1977), Skerman e Riveros (1990) e Euclides (1995) divulgaram estudos sobre a espécie *Panicum maximum*. Nessas revisões foram apresentados dados de resposta animal observados com os cultivares que podem ser considerados como os mais utilizados. Quanto à importância atual no Brasil, Bono *et al.* (2000) citam estimativa de 5,5 milhões de ha para o total das áreas de pastagens estabelecidas com os cultivares de *Panicum maximum*, sendo o segundo gênero de gramínea tropical mais utilizado no País, após o gênero *Brachiaria* com suas distintas espécies.

Durante a década de 60, até o início dos anos 80, os estudos de pastejo restringiram-se ao cultivar Colonião, sendo que grande parte destes experimentos foram desenvolvidos por Instituições de Pesquisa do Estado de São Paulo. O enorme interesse pela pesquisa com o capim Colonião deveu-se às grandes áreas semeadas, sua elevada produção de forragem, disponibilidade de sementes e facilidade de estabelecimento. É de todo provável que grande parte dos experimentos de pastejo inicialmente realizados com esse cultivar atingiram seus objetivos, na medida em que foram capazes de confirmar desempenho satisfatório tanto do ganho médio diário (GMD) por animal como do rendimento animal por ha. Quinn *et al.* (1962) e Mott *et al.* (1967) confirmaram o potencial de produção animal do capim Colonião, bem como a necessidade de solos bem fertilizados e principalmente de aplicações de adubos com N para o aumento do rendimento animal. Nesses trabalhos, em pastagens adubadas com N, foram verificados rendimento animal de 452 kg.ha⁻¹ (Mott *et al.*, 1967) e de 395 kg.ha⁻¹ (Quinn *et al.*, 1962). Os dados de GMD, de rendimento animal e de taxa de lotação por unidade de área, verificados já nos primeiros estudos de pastejo conduzidos no Brasil (Quinn *et al.*, 1962; Bisschoff *et al.*, 1967; Mott *et al.*, 1967) evidenciaram o papel desse cultivar de *Panicum maximum* como uma alternativa dirigida para os sistemas intensivos de produção animal em pastagens.

Ainda na década de 60 foram publicados os resultados do trabalho de Caro Costa *et al.* (1965), conduzido na Costa Rica, onde foram avaliados cinco espécies de gramíneas de verão durante quatro anos, sendo uma destas o capim Colonião. Nas pastagens do cultivar foram verificadas médias anuais de 1.319 kg.ha^{-1} no rendimento animal por unidade de área, de $8.941 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ no consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e taxa de lotação de 6,5 novilhos (animais de 273 kg). ha^{-1} . Nas condições da Colômbia, Crowder *et al.* (1970) relataram como freqüentes nas pastagens de *Panicum maximum* taxas de GMD de 0,8 e de $0,5 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ em novilhos de corte, respectivamente nas estações de crescimento e da seca.

Em um trabalho que pode ser considerado como clássico, Mott *et al.* (1970) em São Paulo utilizaram novilhos da raça Nelore em outro estudo de pastejo com o cultivar Colonião, visando avaliar o efeito do N aplicado na forma de nitrocálcio, mediante aplicações anuais de 200 kg.ha^{-1} de N durante os anos de 1957 a 1964. Nesse trabalho três das pastagens experimentais foram adubadas com N e outras três (testemunhas) não receberam qualquer fertilização de N. Durante os anos de 1957 a 1959 foram realizadas adubações anuais de 200 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e de 60 kg.ha^{-1} de enxofre nas pastagens experimentais. O rendimento das pastagens foi estimado por intermédio do CNDT por ha. No período de anos de 1958 a 1960, nas pastagens adubadas com N foi verificado aumento anual médio de 264% no CNDT, em relação aos valores de CNDT observados nas pastagens sem aplicações de N. Durante o período de anos de 1961 a 1963 foi observado incremento anual médio no CNDT das pastagens adubadas com N de 226%, em comparação àqueles obtidos nas pastagens sem à aplicação de N. Considerando o período de 1957 a 1964 foi quantificada média anual final no CNDT de 254% superior, se comparada àquela observada nas pastagens sem aplicação de N. Os resultados de CNDT também foram avaliados após a finalização das aplicações do fertilizante com N, de 1964 a 1968, com média anual desta variável de 2.081 e de 4.439 kg.ha^{-1} , respectivamente nas pastagens sem e com aplicações de N.

Desde então, no Brasil, tem sido liberados para comercialização, sempre por Instituições de Pesquisa, outros cultivares de *Panicum maximum*. A necessidade por mais cultivares dessa espécie pela Economia Pastoril do Brasil são explicadas e justificadas pela grande diversidade de sistemas de produção, climas distintos nas diversas regiões do País, extensas áreas ainda hoje estabelecidas com relativamente poucos cultivares e, principalmente, pela necessidade de acréscimos de cultivares com novas características genéticas e agrônômicas. Esses fatores mencionados são de importância e não devem ser questionados. Entretanto, é necessário lembrar, para o caso dos cultivares de *Panicum*

maximum mais utilizados no Brasil, que poucas são as informações a respeito da resposta animal à aplicação de doses de N, principalmente com os cultivares sendo avaliados em condições de pastejo e sob regime de lotação contínua. Poucos são os trabalhos que visaram avaliar diferentes intensidades de desfolha com os cultivares de *Panicum maximum* sendo utilizados em estudos de pastejo com o método das lotações contínuas. Estudos de fluxo de MS em pastagens de *Panicum maximum*, manejadas em regime de lotação contínua e sob distintas intensidades de desfolha, da mesma forma ainda não foram realizados. Em última instância isso não permite que estudos com N realizados com esse método de manejo do pastejo sejam conduzidos, precisamente, com a mais adequada intensidade de desfolha ou no manejo considerado ótimo. Nos anos recentes uma série de estudos de pastejo, realizados com os mais novos cultivares e adubados com altas quantidades de N, foram conduzidos pelos Cursos de Pós-Graduação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, ambas localizadas em São Paulo. Os experimentos de pastejo conduzidos por essas Instituições foram desenvolvidos objetivando avaliar o efeito de manejo distintos voltados para situações de lotação intermitente. Exemplos de alguns desses experimentos são os de Tosi (1999), Gomes (2001) Uebelle (2002) e Penati (2002).

No essencial ainda há falta de dados comparativos referente ao potencial de rendimento animal que pode ser obtido em pastagens dos cultivares de *Panicum maximum* com os métodos de pastejo das lotações intermitentes e das lotações contínuas. As causas mais prováveis dessa falta de informações disponíveis são as diversas combinações possíveis de intensidades de desfolha para o manejo de pastagens sob regime de lotação intermitente e as dificuldades intrínsecas na condução de experimentos de pastejo, como as que concernem aos custos de implantação, necessidade de animais homogêneos, área experimental e de adubações, com ambos métodos de manejo do pastejo no Brasil mais utilizados. Ademais, já são vários os cultivares da espécie utilizados comercialmente e que possuem ampla diversidade, principalmente na morfologia e no porte. Isso implica em esforços visando à realização de experimentos específicos usando-se os diferentes cultivares e com o objetivo de determinar respostas a distintas intensidades de desfolha, métodos de pastejo e, posteriormente, à aplicação de diferentes doses de N.

Entretanto, vale dizer a afirmação de Humphreys (1991) e novamente ressaltada por Hodgson e Da Silva (2002), no que se referem às evidências experimentais, conforme estes pesquisadores, ainda muito limitadas de possíveis vantagens do uso da lotação intermitente sobre a lotação contínua, no tocante às espécies de gramíneas forrageiras tropicais. Ressalta-se que nas condições brasileiras prevalece nas fazendas de produção de bovinos

de corte a utilização do método das lotações contínuas, na grande maioria das pastagens de *Panicum maximum*. A seguir, é exemplificada a resposta animal que pode ser obtida em pastagens de *Panicum maximum* em que os mais recentes cultivares foram utilizados.

Hoeschl (1999), em trabalho realizado na região Noroeste do Estado do Paraná, avaliou durante a estação de crescimento níveis de altura de pasto para o manejo de pastagens de capim Tanzânia. As pastagens foram adubadas com 250 kg.ha⁻¹ de N e os animais utilizados foram novilhos em fase de recria da raça Nelore. Não foi verificada diferença na taxa de ganho por animal e no rendimento animal por ha. A variação nos resultados de desempenho por animal e no rendimento animal por unidade de área das alturas de pasto avaliadas foram, respectivamente, de 0,61 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ na altura de 32,04 cm a 0,80 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ na altura de 72,55 cm, e de 528,1 kg.ha⁻¹ na altura de 32,04 cm a 769,4 kg.ha⁻¹ na altura de 57,92 cm.

Na seqüência e procurando tirar proveito das condições climáticas da Região Noroeste do Paraná, imediatamente após um período de diferimento de 70 dias das pastagens experimentais (do Canto *et al.*, 2002b), um outro experimento de pastejo (do Canto *et al.*, 2002a) foi conduzido visando também avaliar situações de altura de pasto. O experimento visou determinar o manejo mais adequado, por meio do uso da altura do pasto, para o período mais seco do ano da região Noroeste do Paraná. Vale ressaltar, que nesse trabalho foi observado que podem ser mantidas quantidades de MLFV capazes de condicionarem desempenho por animal de 0,73 e de 0,65 kg.dia⁻¹, bem como rendimento animal por unidade de área de 135 e de 179 kg.ha⁻¹, respectivamente nos níveis de altura de 42 e 55 cm. Os bons resultados obtidos de rendimento animal foram atribuídos à quantidade e qualidade da forragem disponível, condições de clima durante o período experimental, protelação do pastejo realizada ao final e após o período reprodutivo da pastagem, adequada fertilidade no solo e ao efeito residual da fertilização de 250 kg.ha⁻¹ de N, esta realizada durante a estação de crescimento. Como conclusão do trabalho, níveis de altura entre 40 a 60 cm foram recomendados para serem mantidos durante o período do inverno.

Trabalho com capim Tanzânia sob lotação contínua, no período abrangido pela estação de crescimento e realizado nas condições do Estado do Mato Grosso do Sul, mostrou resultado no GMD de 0,520 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ (Euclides *et al.*, 1993). Em outro estudo de pastejo também sob lotação contínua, conduzido igualmente no Mato Grosso do Sul e com o mesmo cultivar (Euclides *et al.*, 1997), foi obtido resultado de GMD por animal de 0,64 kg.dia⁻¹. Em ambos experimentos os animais utilizados para avaliar a qualidade de forragem foram novilhos Nelore em recria, sendo que não foram realizadas adubações de manutenção e nem aplicações de N.

Tosi (1999) avaliou o capim Tanzânia no Estado de São Paulo sob regime de lotação intermitente, adubado com 320 kg.ha^{-1} de N e verificou na estação de crescimento os seguintes resultados de resposta animal: GMD de $0,82 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, taxa de lotação de 6,6 UA por ha e rendimento animal por unidade de área de 910 kg.ha^{-1} . No período seco foi observado desempenho por animal de $0,54 \text{ kg.dia}^{-1}$, taxa de lotação de $2,7 \text{ UA.ha}^{-1}$ e rendimento animal de 460 kg.ha^{-1} . Demonstrando o desempenho por animal obtido em pastagens de capim Tanzânia em diferentes épocas do ano, Euclides (1995) relatou para os meses de outubro, dezembro, março, maio, agosto e como média anual, respectivamente, resultados de 0,91; 0,82; 0,77; 0,42; 0,14 e de $0,52 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

Os resultados de desempenho por animal dos estudos de pastejo de Hoeschl (1999), Tosi (1999) e do Canto *et al.* (2002a) fixaram a conclusão definitiva de que o capim Tanzânia apresenta alta qualidade de forragem, devido ao fato de poder determinar nos animais um elevado GMD. A alta qualidade de forragem é a característica agrônômica que permite que novilhos da raça Nelore, se mantidos em pastagens desse cultivar manejadas adequadamente e adubadas com N, desde o desmame, possam atingir massa corporal para o abate com idade aproximada entre 22 a 24 meses, nas condições da região Noroeste do Paraná. Em vista disso pode-se indicar que o desempenho de bezerros e das novilhas recém desmamadas sejam da mesma forma elevados. Essa indicação se aplica igualmente para as outras categorias animais dos rebanhos de cria de bovinos de corte, quais sejam, as categorias compostas por novilhas de reposição, das vacas de descarte e das vacas primíparas e multíparas.

Autores como Euclides e Euclides Filho (1997) mencionaram que o desempenho por animal obtido em pastagens de *Panicum maximum*, considerando o período total do ano, são freqüentemente baixos. As informações de baixas taxas de ganho por animal foram obtidas em experimentos conduzidos em solos de baixa ou média/baixa fertilidade e com reduzidas quantidades de N aplicadas ou ainda em trabalhos sem adubações de manutenção ou aplicações de N. Como se sabe, em condições de baixa fertilidade no solo e na ausência da aplicação de N ocorre redução do teor de proteína bruta (PB) da forragem e, principalmente, da quantidade de forragem disponível e isto tem implicações na forragem consumida pelos animais em pastejo. Como demonstrado anteriormente, são vários os experimentos em pastagens de *Panicum maximum* reportando desempenho de novilhos entre 0,6 a $0,8 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ na estação de crescimento e de 0,4 a $0,5 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ no período do inverno. Os animais podem ser abatidos em idades jovens porque ganhos como os referidos são viabilizados devido às condições de clima que permitem o extenso período de crescimento das pastagens de *Panicum maximum*. Obviamente os resultados de GMD

com os animais em pastejo dependeriam ainda de vários outros fatores (região, fertilidade do solo, manejo da pastagem, período seco).

As relações das variáveis GMD, taxa de lotação e rendimento animal por ha com diferentes doses de N foram estudadas por Lugão (2001), já citada precedentemente outras vezes. Não foi observado efeito das doses de N sobre o desempenho por animal dos animais. A média dos tratamentos com N testados no GMD dos animais foi de $0,66 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. A autora observou aumento linear da taxa de lotação para o primeiro ciclo de pastejo. Nos demais ciclos de pastejo constatou-se comportamento quadrático da taxa de lotação.

Os vários trabalhos com N em pastagens de gramíneas tropicais mostram que maiores doses de N determinam aumento no conteúdo de N das lâminas das folhas. De maneira geral a gama de informações existentes permite afirmar que são baixos os efeitos do aumento de aplicações de N sobre o conteúdo de energia digestível da forragem. Na maioria das situações as melhorias determinadas pelo aumento das quantidades de N aplicadas no desempenho individual dos animais em pastejo devem ser atribuídas às maiores quantidades de lâminas de folhas verdes disponíveis na pastagem e que, por sua vez, permitiriam principalmente melhor acessibilidade deste componente, de maneira que aumentos do consumo de forragem da parte dos animais em pastejo pudessem ser factíveis.

2.7 EFEITO DE APLICAÇÕES DE NITROGÊNIO REALIZADAS DURANTE A ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO SOBRE A ESTAÇÃO DO OUTONO NAS PASTAGENS DE GRAMÍNEAS.

Adubações com N nas pastagens permanentes de gramíneas tropicais, quando realizadas na estação de crescimento, podem determinar na subsequente estação do outono melhorias na forragem disponível na pastagem e por igual naquela que é consumida pelos animais em pastejo.

As melhorias proporcionadas pelo efeito do N aplicado na pastagem no período do outono devem ser atribuídas principalmente às seguintes causas: 1 - aumento da quantidade de forragem disponível na pastagem; 2 - melhor relação lâmina de folha verde/colmo verde e 3 - aumento da concentração de proteína bruta (PB) na MS das lâminas das folhas. O aumento da proporção de lâminas de folhas verdes na estrutura dos perfilhos, no entanto, depende de diversos fatores do meio ambiente das pastagens e que por sua vez interagem mutuamente e de maneira complexa. Entre esses podem ser

relacionados às quantidades de MF, de MLFV, altura do pasto e o IAF, assim como o manejo anteriormente realizado na pastagem. Fatores do solo como a sua fertilidade, água do solo efetivamente disponível para o crescimento das plantas e os processos de mineralização e imobilização do N, podem também influenciar o surgimento de novas folhas. Variáveis do clima local como a ocorrência de chuvas e as variações de temperatura diurna/noturna predominantes, logo após a estação do verão, também apresentam influências. Aparentemente os mais altos teores de proteína das lâminas das folhas verdes dependeriam principalmente de dois fatores: 1 - do conteúdo de N possível de ser mobilizado da estrutura das plantas e 2 - do N mineralizado no solo e absorvido pelas raízes das plantas.

Panicum maximum é uma planta de dia curto (Wang citado por Skerman e Riveros, 1990). Felipe (1988) em São Paulo estudando o cultivar Colonião verificou que este precisa de no mínimo dez dias curtos para sua indução ao florescimento. O autor observou que o fotoperíodo crítico do cultivar é de aproximadamente 12 horas. Nas condições da região Sul do Brasil, à medida que se aproxima o final do verão, ocorre redução da duração das horas de luz do dia (fotoperíodo). De modo similar à do capim Colonião, a indução ao florescimento do capim Tanzânia ocorre em função do fotoperíodo. É nos meses de abril e maio que as pastagens de capim Tanzânia na região Noroeste do Paraná apresentam parte de seus perfilhos com inflorescências expostas, caracterizando o seu período de maior florescimento.

Entretanto, em função das diferenças no fotoperíodo de outras localidades, nem sempre as pastagens de *Panicum maximum* apresentam o mesmo comportamento observado na região Sul e Sudeste do Brasil. Bogdan (1977) relatou que nas regiões equatoriais há períodos extensos do ano (junho a dezembro) em que o fotoperíodo permanece relativamente constante. Contrariamente, nas áreas sob o círculo dos trópicos de Câncer e Capricórnio o comprimento do dia varia de 10 horas e 20 minutos no inverno a 13 horas e 40 minutos no verão. Essa é a razão determinante que faz com que o período de florescimento das pastagens de *Panicum maximum* ocorra durante parte considerável do ano nas regiões equatoriais.

Para o executor do manejo de pastagens de capim Tanzânia o período em que as plantas encontram-se em estágio reprodutivo, bem como o período imediatamente posterior, é caracterizado pelas alterações que ocorreram na estrutura de grande parcela dos perfilhos. As alterações nas estruturas dos perfilhos decorrem principalmente da diferenciação e da elevação do meristema apical, sendo que estas ocorrem de maneira gradual antes das plantas emitirem suas inflorescências. Tais alterações podem ser

constatadas: 1 - no alongamento dos entre-nós dos colmos; 2 – na diminuição da relação folha/colmo e 3 – geralmente ocorrem reduções nas concentrações de energia digestível e de PB da forragem disponível. Redução na taxa de crescimento da pastagem e baixos ganhos de massa corporal dos animais também são freqüentemente constatadas. Contudo, apesar das substanciais alterações, verifica-se que somente proporção reduzida dos perfilhos, em se tratando de pastagens de capim Tanzânia situadas na região Noroeste do Paraná, apresentam-se com estruturas reprodutivas (do Canto *et al.*, 2002a). Nos perfilhos que permanecem em estágio vegetativo é de supor que nestes também ocorra, em maior ou menor grau alteração da proporção de lâminas de folhas em relação aos colmos, alongamento dos entre-nós de colmos e quedas nos percentuais de PB e energia digestível. Parsons e Robson (1980), trabalhando com comunidades de azevém perene no período de florescimento, verificaram que em temperaturas semelhantes a TEF é menor nos perfilhos em estágio vegetativo, se comparada a dos perfilhos reprodutivos. Chapman e Kretschmer (1964) mostraram que adubações com N realizadas ao final da estação do verão em pastagens de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e *Digitaria eriantha* determinaram aumento do rendimento animal por ha e do teor de PB da forragem disponível na estação do outono.

Há, portanto, necessidade de se conhecer os efeitos do aumento das quantidades de N, quando aplicadas nas estações da primavera e do verão sobre a estação do outono nas pastagens de capim Tanzânia. No experimento de pastejo conduzido por Davison *et al.* (1985a) em Queensland, Austrália, com vacas de leite em pastagens do cultivar “Gatton Panic” de *Panicum maximum*, o aumento da dose de N aplicada de 200 kg.ha⁻¹ para 400 kg.ha⁻¹ determinou melhorias na forragem disponível do outono. Eles relataram que houve aumento da quantidade de MS de folhas verdes e da quantidade de forragem verde disponíveis na pastagem, elevação da percentagem de PB das folhas e dos colmos e aumento da participação do componente folha na dieta dos animais, bem como do consumo de PB. Quanto à resposta animal avaliada em outro trabalho simultâneo, a maior dose de N determinou vacas com maior massa corporal ao final da lactação, aumento da taxa de lotação e do rendimento de leite por ha (Davison *et al.*, 1985b).

Nas fazendas de produção de bovinos de corte baseadas no uso quase que exclusivo de pastagens e situadas em locais onde os preços das terras atingem altos valores, a prática de se recorrer às elevadas adubações com N em algumas das suas pastagens durante a estação de crescimento pode tornar-se prática adotada regularmente. Em certas circunstâncias as fertilizações elevadas de N podem ser utilizadas quase que forçosamente. Tal fato se deve a que, nesses sistemas de produção, geralmente nem sempre todos os animais atingem massa corporal para o abate ou para comercialização o

que determinaria ainda a permanência destes nas pastagens utilizadas com as altas adubações de N. Simpson e Stobbs (1981) consideram que, nesses casos, altas taxas de aplicação de N na estação de crescimento são necessárias devido à busca da manutenção da produção das pastagens no período do outono, sendo condição exigida dos sistemas de produção.

Laidlaw e Maine (2000) relataram que nas condições do Reino Unido e Irlanda o decréscimo da margem de lucro obtida com a produção de leite, os altos custos de confecção de silagens e os problemas ocasionados por efluentes deste processo de conservação de forragem levaram a uma reavaliação referente aos benefícios de se manter os animais em pastejo, mesmo fora da estação normal de crescimento das pastagens. Os autores mencionaram que os dados das taxas de crescimento de pastagens de regiões com invernos amenos das Ilhas Britânicas, embora sendo considerados baixos, justificam a prática. Humphreys (1991) referindo-se às pastagens das gramíneas tropicais igualmente relata vantagens de aplicações de N na estação de crescimento sobre o período do outono. O autor relatou ainda como de importância a maior capacidade de suporte das pastagens fertilizadas com N nas estações da primavera e do outono, em comparação àquelas mantidas sem fertilizações nitrogenadas. Como desvantagem ele mencionou a magnitude de diferença das taxas de lotação observada entre pastagens adubadas com N e aquelas mantidas sem aplicações deste nutriente.

3 METODOLOGIA

O experimento de pastejo com o cultivar Tanzânia-1 foi conduzido em dois períodos. O primeiro período experimental durou de quatro de dezembro de 2000 a seis de maio de 2001 (154 dias de pastejo). O período experimental subsequente foi realizado de sete de maio a 10 de julho de 2001 (58 dias de pastejo).

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

A área pertence à Fazenda Nossa Senhora Aparecida e está situada no Município de Astorga, terceiro Planalto Paranaense, região Noroeste do Paraná. A área experimental é localizada a pequena distância da divisa que delimita os Municípios de Astorga e Maringá, porém, mais próxima deste último Município, afastada por volta de 20 km do centro urbano. As coordenadas geográficas do Município de Maringá são: 51°57' de longitude, 23°25" de latitude e 542 m de altitude.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE CLIMA

Segundo Deffune e Klosowski (1995), conforme a classificação estabelecida por Köppen, o tipo climático de Maringá é tropical mesotérmico úmido com chuvas de verão e de outono. Ainda de acordo com os autores no tocante a temperatura é classificado como quente e do tipo climático Cw'h. Conforme a abordagem de Thornthwaite o Município de Maringá tem clima úmido e com excesso de chuvas no verão, sendo classificado quanto à eficiência térmica como mesotérmico (Deffune, 1994). A evapotranspiração apresenta concentração máxima nos meses da estação do verão, configurando-se no tipo climático - B1W2rB'4a' (Deffune e Klosowski, 1995). As concentrações pluviais médias do Município de Maringá, conforme observadas durante os anos de 1976 a 1994 e para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril são, respectivamente, 201,5; 191,6; 153,8; 146,7 e 130,2 mm (Deffune *et al.*, 1995).

As médias das temperaturas mensais, precipitação pluvial, umidade relativa do ar e insolação, observadas durante o período de quatro de dezembro de 2000 a seis de maio de 2001 e obtidas na Estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá estão apresentadas na Tabela 2. A estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá está situada aproximadamente a 18 km da área experimental.

TABELA 2 – Observações meteorológicas das temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial, umidade relativa do ar e insolação média diária – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Precipitação Média (mm chuva)	Umidade relativa do ar (%)	Insolação média (h.dia)
	Média	Máxima média	Mínima média			
Dez./00	25,6	30,1	20,4	178,3	70,0	7,1
Janeiro/01	26,4	30,8	21,4	188,8	72,0	7,2
Fev./01	25,7	30,0	21,4	217,0	80,0	5,9
Março/01	26,1	30,9	21,3	146,9	74,0	7,4
Abril/01	25,4	29,7	19,9	70,0	67,0	7,6

As observações meteorológicas diárias obtidas também na Estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá para o período experimental subsequente de sete de maio a 10 de julho de 2001 estão apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 – Observações meteorológicas das temperaturas médias mensais do ar (máxima média, mínima média e média), precipitação pluvial, umidade relativa do ar e insolação média diária – Região Noroeste do Paraná, 7/5/2001 - 10/7/2001.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Precipitação média (mm chuva)	Umidade relativa do ar (%)	Insolação Média (h.dia)
	Média	Máxima média	Mínima média			
Maior/00	19,6	23,9	14,7	166,5	74,0	6,3
Junho/01	18,5	22,9	13,8	122,5	74,0	6,4
Julho/01	20,4	25,3	14,7	36,7	64,0	7,4

As geadas nas estações do outono e do inverno na região Noroeste do Paraná são de baixa frequência (Corrêa, 1996). As concentrações pluviométricas médias dos meses de maio, junho e julho, correspondentes aos anos de 1976 a 1994, são, respectivamente, 137,6; 104,1 e 62,8 mm (Deffune *et al.*, 1995).

3.3 SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Roxo Distroférrico argiloso (Embrapa, 1999). A análise granulométrica da textura média de amostras de solo das diferentes unidades experimentais, coletadas nas camadas de profundidade do solo de zero a 20 cm e de 100 a 120 cm, podem ser vistas na Tabela 4.

TABELA 4 – Análise granulométrica das camadas de profundidade de zero a 20 cm e de 100 a 120 cm, do solo da área experimental – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Camada de profundidade	Areia	Silte	Argila
(cm)		(%)	
0 – 20	16	8	76
100 - 120	10	7	83

Na Tabela 5 estão apresentadas as concentrações de nutrientes, conforme amostras de solo coletadas em diferentes camadas de profundidade do solo (zero a cinco cm, cinco a 10 cm e 10 a 20 cm), no início do mês de outubro de 2000. As amostras coletadas nas diferentes camadas de profundidade foram analisadas no Laboratório de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

Pela Tabela 5 vê-se que os teores de zinco foram muito baixos revelando marcante deficiência. O efeito da deficiência de zinco ocasionou o atraso do início do experimento para o mês de dezembro. Durante os meses de outubro e novembro verificou-se que nas unidades experimentais as plantas de capim Tanzânia apresentavam cor verde amarelada, os perfilhos com tamanho reduzido e com as lâminas das folhas com pequena largura. Nesses meses iniciais da estação de crescimento a rebrota das pastagens foi muito lenta.

Os altos teores de pH e potássio disponível, verificados em todas as unidades experimentais e camadas de profundidade do solo, foram à razão da não aplicação de corretivos da acidez do solo e de adubação potássica. As altas concentrações de fósforo, constatadas especialmente na camada mais próxima da superfície do solo (0-5 cm), devem ser atribuídas à aplicação da quantidade de 180 kg.ha^{-1} de P_2O_5 realizada a lanço e em superfície no experimento de Cano (2002), conforme está descrito no item 3.4 referente ao histórico da área experimental. A adubação fosfatada realizada em 1998 e que precedeu o estabelecimento das pastagens experimentais, deve também ter contribuído para os altos valores de concentração de fósforo das camadas mais superficiais do solo.

TABELA 5 – Análise química do solo das unidades experimentais – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 10/7/2001.

UE*	CP**	pH CaCl ₂	C	V	H+Al	Ca ⁺²	Ca+Mg	T	K ⁺	P	Zn
	cm		g.dm ⁻³	%	.....	cmol _c .dm ⁻³	.....			mg/dm ³	mg/kg
1	0-5	5,0	26,3	69,4	5,8	8,1	12,5	18,9	0,6	23,9	5,7
1	5-10	5,0	24,5	68,8	5,4	8,3	11,4	17,3	0,5	10,7	5,4
1	10-20	5,1	24,5	69,8	5,4	8,5	12,0	17,9	0,5	8,2	4,4
2	0-5	5,1	26,3	67,7	5,4	6,7	10,4	16,7	0,9	12,2	9,2
2	5-10	5,1	24,5	64,9	5,4	5,9	9,5	15,4	0,5	8,2	3,3
2	10-20	5,1	22,6	64,8	5,4	6,0	9,5	15,3	0,4	3,2	2,2
3	0-5	5,1	29,3	68,1	5,4	7,0	10,6	16,9	0,9	14,1	2,8
3	5-10	5,2	25,7	68,6	5,0	6,7	10,1	15,9	0,8	6,8	2,8
3	10-20	5,2	23,2	67,0	5,0	6,1	9,4	15,2	0,8	5,7	2,8
4	0-5	5,2	29,9	72,0	5,0	7,2	11,6	17,8	1,2	25,1	2,9
4	5-10	5,3	28,7	70,1	4,6	6,9	9,5	15,4	1,2	12,2	1,9
4	10-20	5,3	21,4	70,1	4,6	6,9	9,5	15,4	1,3	6,5	1,9
5	0-5	5,4	28,7	71,2	4,6	7,4	10,5	16,0	0,9	17,6	3,0
5	5-10	5,3	26,3	68,0	5,0	7,1	9,8	15,6	0,8	6,5	2,2
5	10-20	5,3	23,8	65,9	5,0	5,8	8,9	14,6	0,7	7,6	1,8
6	0-5	5,3	31,7	70,7	4,6	7,1	10,1	15,7	1,0	22,5	6,1
6	5-10	5,3	23,2	69,6	4,6	6,9	9,6	15,1	0,9	7,0	2,9
6	10-20	5,4	25,7	71,1	4,6	7,3	10,5	15,9	0,8	7,6	2,5
7	0-5	5,4	28,1	70,4	4,6	7,2	10,1	15,5	0,8	26,2	3,7
7	5-10	5,4	24,5	67,6	4,6	6,1	9,0	14,2	0,6	7,0	2,5
7	10-20	5,4	22,6	67,1	4,6	5,9	8,8	13,9	0,6	7,3	2,0
8	0-5	5,2	28,7	53,9	7,2	5,1	7,6	15,6	0,8	14,9	5,2
8	5-10	5,3	22,6	58,4	6,7	5,7	8,5	16,1	0,9	7,6	3,0
8	10-20	5,3	23,2	58,5	6,7	6,4	8,7	16,1	0,7	9,5	3,1

*UE = unidade experimental

**CP = camada de profundidade

3.4 HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A semeadura do capim Tanzânia foi realizada no final do mês de setembro de 1998. As cercas que delimitaram os piquetes experimentais foram construídas em outubro desse mesmo ano. A área experimental foi subdividida em oito piquetes (unidades experimentais), sendo que estes variavam entre 1,04 a 1,27 ha, totalizando 9,8 ha. Uma área adjacente à

oitava unidade experimental e com aproximadamente cinco ha também foi estabelecida com capim Tanzânia. As cercas que delimitavam as unidades experimentais foram construídas com fios de arame liso e palanques e balancins de madeira. Um reservatório de água com capacidade de um m³ e cocho coberto para o fornecimento do sal mineral foram dispostos em locais extremos de cada unidade experimental. Um carreador delimitado por uma cerca foi construído ao longo das porteiras de acesso das pastagens experimentais de modo a facilitar o manejo dos animais. A mangueira e a balança estão distadas aproximadamente 110 m da área experimental. Ao redor das unidades experimentais não existiam árvores ou arbustos, não havendo qualquer outra proteção ao calor do sol para os animais que nela permaneceram.

A área experimental foi previamente usada com experimentos de pastejo conduzidos pelo Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Nesses trabalhos diferentes situações de alturas de pasto pretendidas (20, 40, 60 e 80 cm) foram avaliadas. Nesses estudos de pastejo os níveis reais médios de altura de pasto foram utilizados na análise estatística. Desse modo, os níveis reais médios de altura de pasto de 32,04; 29,84; 51,48; 47,05; 57,92; 62,68; 72,55 e 80,01 cm foram estudados durante o período de meses de dezembro de 1998 a maio de 1999 (Hoeschl, 1999; Peris, 1999; Watfe, 1999). Em dezembro de 1999 a abril de 2000, Cano (2002) avaliou os níveis reais médios de altura de pasto 22; 23; 39; 41; 45; 56; 62 e 69 cm. Os tratamentos que avaliaram as diferentes alturas de pasto foram mantidos cada qual em duas unidades experimentais; unidades experimentais um e oito (altura pretendida de 20 cm), unidades experimentais quatro e cinco (altura pretendida de 40 cm), unidades experimentais dois e sete (altura pretendida de 60 cm) e unidades experimentais três e seis (altura pretendida de 80 cm). Durante e após o período reprodutivo do capim Tanzânia (maio a junho) no ano de 1999 todas as unidades experimentais foram diferidas em 70 dias (do Canto *et al.*, 2002b). No ano de 2000, a partir do mês de maio até o final de junho, as unidades experimentais foram também diferidas. Após o período do diferimento foram realizados experimentos de pastejo nos anos de 1999 e de 2000, durante os meses de julho, agosto até meados de setembro. As características das pastagens observadas durante a estação do inverno de 1999 podem ser examinadas em do Canto *et al.* (2001) e a resposta animal verificada nesta mesma estação em do Canto *et al.* (2002a).

Em setembro de 1998 foram aplicados em mistura e a lanço uma adubação de 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato simples) e de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de potássio), sendo depois incorporada ao solo. Essa adubação antecedeu o estabelecimento das pastagens experimentais. Foram aplicados ao solo de maneira fracionada, a lanço e em superfície, 250

kg.ha⁻¹ de N nos trabalhos conduzidos concomitantemente por Hoeschl (1999), Peris (1999) e Watfe (1999). Adubações com 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato simples) no início do mês de dezembro e de 250 kg.ha⁻¹ de N (Uréia) ao longo da primavera e verão foram realizadas a lanço e em superfície para o experimento de pastejo de Cano (2002).

As quantidades de P₂O₅ ha⁻¹ aplicadas desde o estabelecimento das pastagens experimentais basearam-se nas recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995). A calagem não foi necessária no estabelecimento das pastagens em função de que o solo da área experimental apresentou pH H₂O = 6,9, conforme análise do solo realizada antes da implantação da área experimental para os trabalhos de Hoeschl (1999), Peris (1999) e Watfe (1999).

Na estação do inverno, que precedeu o início do experimento a forragem disponível foi rebaixada até 20 cm de altura por intermédio da utilização de novilhas e de vacas vazias pertencentes ao rebanho de cria da fazenda. Isso permitiu uma uniformização da forragem nas diferentes unidades experimentais para o início do experimento.

3.5 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.

Os tratamentos foram quatro doses de N: zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com duas repetições. As unidades experimentais sem aplicação de N foram aquelas de número um e sete, unidades experimentais dois e cinco foram usadas com a dose de 200 kg.ha⁻¹ de N, unidades experimentais quatro e seis com a dose de 400 kg.ha⁻¹ de N e unidades experimentais três e oito com a dose de 600 kg.ha⁻¹ de N, conforme sorteio realizado.

3.6 ADUBAÇÕES

As unidades experimentais foram adubadas com 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (Superfosfato simples) no dia 16 de dezembro de 2000. Os micronutrientes boro (Bórax) e zinco (Óxido de Zinco) foram aplicados, ambos na quantidade de três kg.ha⁻¹, sendo misturados ao fertilizante fosfatado.

As maiores quantidades de N foram aplicadas nos meses de janeiro e fevereiro. A razão desse procedimento baseou-se nos experimentos com o cultivar Napier de capim Elefante (Pedreira e Boin, 1969) e com os cultivares Tobiata (Teixeira, 1998) e Tanzânia

(Santos *et al.*, 1999; Tosi, 1999) da espécie *Panicum maximum*, todos conduzidos no Estado de São Paulo. Outros experimentos com gramíneas tropicais, realizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, revelam igualmente que nos meses de janeiro e fevereiro são observadas as mais altas taxas mensais no ano de acúmulo de MS.

As aplicações de N foram realizadas com distribuidora de sementes e adubos da marca Vicon (modelo PS 513), sempre antecedidas da ocorrência de chuvas, entre um a dois dias e iniciadas a partir das 16:00 horas. As diferentes quantidades de N, na forma de uréia, foram aplicadas a lanço e em superfície, sendo fracionadas de maneira que atingissem a quantidade requerida em cada tratamento, conforme está descrito a seguir;

1' – Tratamento Zero de N: sem fertilização de N;

2 – Tratamento de 200 kg.ha⁻¹ de N: 50 kg.ha⁻¹ de N em 16/12/2000, 80 kg.ha⁻¹ de N em 11/1/2001 e 70 kg.ha⁻¹ de N em 7/2/2001;

3 – Tratamento de 400 kg.ha⁻¹ de N: 50 kg.ha⁻¹ de N em 16/12/2000, 140 kg.ha⁻¹ de N em 11/1/2001, 160 kg.ha⁻¹ de N em 7/2/2001 e 50 kg.ha⁻¹ de N em 21/3/2001;

4 – Tratamento de 600 kg.ha⁻¹ de N: 50 kg.ha⁻¹ de N em 16/12/2000; 180 kg.ha⁻¹ de N em 11/1/2001, 200 kg.ha⁻¹ de N em 7/2/2001 e 70 kg.ha⁻¹ de N em 21/3/2001.

3.7 TÉCNICA DE PASTEJO E ANIMAIS EXPERIMENTAIS.

O método de pastejo foi o das lotações contínuas. A técnica das lotações variáveis (Mott e Lucas, 1952) que permite ajustes da densidade de lotação de animais foi utilizada para manter o nível da altura do pasto o mais próximo de 60 cm. Os trabalhos conduzidos nesta área experimental (Peris 1999; Hoeschl, 1999; Watfe, 1999; Cano, 2002), já citados anteriormente, mostraram que pastagens de capim Tanzânia utilizadas sob regime de lotação contínua devem ser mantidas com altura próxima de 60 cm durante a estação de crescimento.

Foram usados animais inteiros (tourinhos) da raça Nelore. No início do experimento a variação da massa corporal dos tourinhos utilizados como testadores foi de 206 a 335 kg, conforme pode ser vista no Anexo 1. Todos os animais eram oriundos da Fazenda Nossa Senhora Aparecida. Os tourinhos testadores e reguladores foram identificados com brincos plásticos numerados. Nas unidades experimentais em que foram realizadas aplicações de N foram mantidos cinco tourinhos testadores. Nas pastagens experimentais sem a fertilização nitrogenada foram em número de três tourinhos até o final do mês de março, a partir do qual

apenas um animal foi mantido como testador. O menor número de tourinhos testadores nas pastagens experimentais sem à adubação de N objetivou manter o nível da altura de pasto o mais próximo possível de 60 cm. Os animais testadores foram locados as pastagens experimentais dos tratamentos ao acaso.

A observação da presença de parasitas externos nos animais foi realizada semanalmente. Quando observado no couro dos animais a presença desses, principalmente de bernes ou de ferimentos, o animal era retirado da unidade experimental e imediatamente tangido para o tronco de contenção e medicado. Em seguida era novamente tangido para a sua respectiva unidade experimental. Três semanas antes da distribuição dos animais nas pastagens experimentais, estes foram everminados com Ivermectina. No final de fevereiro os animais foram everminados novamente com Ivermectina.

Os animais reguladores foram colocados e/ou retirados das unidades experimentais por volta das 16:00 horas e sem jejum prévio. Os tourinhos reguladores quando retirados das pastagens experimentais e após a avaliação da massa corporal na balança eram tangidos para o piquete de capim Tanzânia localizado ao lado da unidade experimental oito. O piquete destinado aos tourinhos reguladores que momentaneamente estavam fora da área experimental foi mantido com altura de pasto entre 40 e 60 cm.

Os animais usados para a fase experimental subsequente, correspondente ao período de sete de maio a 10 de julho de 2001, foram machos inteiros da raça Nelore. A idade média aproximada dos tourinhos usados nesse período experimental foi de sete a nove meses, sendo também animais pertencentes ao rebanho da Fazenda Nossa Senhora Aparecida.

Os animais testadores foram distribuídos nas unidades experimentais no dia sete de maio de 2001, após aproximadamente quatro semanas do dia do desmame. A aplicação de vermífugo (Ivermectina) foi realizada na época do desmame. Os animais reguladores que momentaneamente não participavam do experimento no período do outono permaneceram também na pastagem de capim Tanzânia adjacente ao piquete de número oito, mantida com altura de pasto entre 40 a 60 cm. A variação da massa corporal dos tourinhos escolhidos como testadores no período experimental subsequente foi de 148 a 232 kg (Anexo 2). No Anexo 2 podem ser examinados os dados referentes à massa corporal inicial e final de cada tourinho testador. No período experimental subsequente brincos plásticos numerados foram colocados de modo a identificar os animais experimentais. No tratamento correspondente a quantidade nula de N foram mantidos dois animais testadores por unidade experimental. Nos demais tratamentos foram utilizados três animais testadores em cada unidade experimental.

3.8 ALTURA DO PASTO

O nível da altura do pasto foi estimado com o auxílio de uma trena de metal flexível pertencente ao modelo 3m da marca Tramontina. Ao proceder-se à leitura do nível da altura do relvado, a trena era posicionada de maneira que ficasse rígida e vertical no ponto do local amostrado. Foram realizadas 60 medições da altura de pasto, semanalmente, em locais escolhidos aleatoriamente, em cada unidade experimental. Considerou-se como a altura do pasto o ponto em que a trena encostou-se à lâmina da folha mais elevada da estrutura do perfilho, a partir do nível do solo. No mês de abril foi mantido o critério de medição somente das lâminas das folhas mais altas dos perfilhos, não sendo efetuada a medição quando a trena era posicionada rente às estruturas reprodutivas dos perfilhos em florescimento.

Os dados médios de altura de pasto avaliados semanalmente nas diferentes pastagens experimentais estão apresentados no Anexo 3. Conforme está mostrado no Anexo 3, nas unidades experimentais adubadas com N, a média de altura de pasto foi mantida próxima do objetivo proposto de 60 cm. As médias finais da variação do nível de altura de pasto, no caso dessas unidades experimentais foi de, 55,9 cm na unidade experimental três (tratamento de 600 kg.ha⁻¹ de N) a 57,6 cm na unidade experimental cinco (tratamento de 200 kg.ha⁻¹ de N). Ainda pelo Anexo 3 constata-se que níveis médios de altura de pasto de 52,5 e de 52,7 cm foram observados nas pastagens sem a aplicação de N, respectivamente nas unidades experimentais um e sete, sendo ainda valores próximos da altura pretendida de 60 cm.

Medições da altura do pasto foram também realizadas nas áreas próximas aos reservatórios de água das unidades experimentais e que na ocasião encontravam-se cobertas por capim Estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vandyerst var. *nlemfuensis*).

Os resultados de altura de pasto avaliados durante o período experimental subsequente podem ser examinados no Anexo 4. Pelo Anexo 4 verifica-se que a variação do nível médio de altura do pasto, nas pastagens anteriormente adubadas com N foi de 50,9 a 52,4 cm, sendo valores ainda próximos do nível de altura pretendido de 60 cm. Valores médios de altura de pasto de 48,1 e de 48,6 cm foram observados nas pastagens com ausência da adubação nitrogenada na estação de crescimento prévia.

3.9 AVALIAÇÕES NAS PASTAGENS

3.9.1 Características da pastagem

3.9.1.1 Massa de forragem.

A MF foi estimada mensalmente em cada unidade experimental pelo método da dupla amostragem (Wilm *et al.*, 1944). Dois avaliadores, ao mesmo tempo, fizeram avaliação da quantidade de MF por ha. Para tanto, um quadrado de ferro com área de 0,25 m² (0,50 x 0,50 m) foi usado. O corte das plantas foi o mais próximo possível do solo usando-se tesouras de poda, em locais escolhidos ao acaso e caminhando-se nas unidades experimentais. Durante a dupla amostragem, em cada unidade experimental, as avaliações visuais e depois de seguidas do corte da forragem foram em número de seis, procedendo-se em seguida a mais 12 avaliações, somente visuais, da quantidade de MF. As amostras cortadas foram imediatamente identificadas, datadas e colocadas em sacos de papel, sendo em seguida acondicionadas em sacos plásticos visando sua preservação e armazenamento em câmaras frias. O cálculo da quantidade de MF, expressa em kg.ha⁻¹ de MS, foi realizado por meio da equação preconizada por Gardner (1986). A equação foi composta pelo valor médio da quantidade de MS dos seis locais amostrados que foram estimados visualmente e após, cortados, do valor médio de MS dos doze locais com estimativas somente visuais e da quantidade média de MS das seis amostras cortadas. A equação de Gardner (1986) está descrita a seguir:

Média ajustada = $x' + b (y^* - y^{*'})$, onde:

Média ajustada = média ajustada em kg.ha⁻¹ de massa seca;

x' = massa seca média das amostras cortadas;

b = coeficiente de regressão entre as amostras cortadas e estimadas visualmente;

y^* = média das amostras estimadas visualmente;

$y^{*'}$ = média das amostras estimadas visualmente e depois cortadas.

3.9.1.2 Participação na massa seca dos componentes morfológicos lâmina de folha verde, bainha verde + colmo verde, forragem morta e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde.

Das seis amostras cortadas durante a dupla amostragem foram avaliadas as concentrações na MS dos componentes morfológicos do perfil do pasto, separados em lâmina de folha verde, bainha verde, colmo verde e material morto. Os componentes bainha verde e colmo verde foram juntados. A concentração na MS de forragem morta incluiu as porções amarelecidas da estrutura da parte aérea das plantas, quais sejam; as partes das lâminas e bainhas de folhas senescentes e dos colmos amarelecidos. A relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde foi obtida dividindo-se a quantidade de MLFV por ha pela massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVCV) por ha.

3.9.1.3 Massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta

As concentrações na MS de lâmina de folha verde, de bainha verde + colmo verde e de forragem morta, multiplicada pela quantidade de MF por ha, permitiram calcular, respectivamente, as quantidades de MLFV, de MBVCV e da massa de forragem morta (MFM). A massa de forragem verde (MFV) foi obtida pela adição das concentrações na MS dos componentes morfológicos lâmina de folha verde e de bainha verde + colmo verde; após este valor foi multiplicado pela quantidade de MF.

3.9.1.4 Índice de área foliar

O IAF, definido por Watson (1947) como a área de folhas ocupada por unidade de área de solo, foi avaliado mensalmente. As áreas funcionais das folhas e de solo ocupado são expressas em m^2 , por esta razão o IAF não tem unidade.

A área foliar foi avaliada por meio de técnica destrutiva. Foram coletadas dez lâminas foliares verdes e que apresentavam lígula exposta, cinco desfolhadas e cinco intactas, sem deformações ocasionadas por ataque de doenças ou insetos herbívoros ou ainda danos mecânicos causados pelo pisoteio de animais, em cada unidade experimental. Da lâmina foliar, cortaram-se com tesoura três retângulos, com dimensões lineares aproximadamente

similares, das porções basal, mediana e topo, medindo-se imediatamente os comprimentos e larguras dos lados do retângulo. A seguir, cada amostra foi colocada em saco de papel e sua identificação descrita na embalagem. Assim que foram coletadas amostras em todas unidades experimentais, estas foram enviadas o mais rápido possível para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá, sendo imediatamente colocadas na estufa ar forçado por 56 horas. Após foi avaliada a MS por meio de balança de precisão, de cada retângulo de lâmina foliar.

Foram coletadas em todas unidades experimentais, dois dias após a amostragem dos retângulos de lâminas foliares, cinco amostras de forragem com áreas de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,50 \times 0,50 \text{ m}$), representativas na medida do possível da condição média da vegetação da pastagem no momento da amostragem e com altura aproximada de 60 cm, objetivando a determinação da quantidade de MS de lâminas de folhas verdes por ha. O IAF foi então estimado usando-se à área foliar média dos retângulos inferior, mediano e do topo, calculada pelo produto do comprimento e largura do retângulo, o que permitiu obter a área foliar específica. A relação entre a área foliar específica média e a MS, dos retângulos, com a quantidade de MLFV por ha obtida com o quadrado de $0,25 \text{ m}^2$ de área amostrada dois dias após a coleta dos retângulos foliares permitiu o cálculo do IAF. O cálculo aqui utilizado na determinação do IAF baseou-se no método usado no trabalho de Medeiros (1990).

3.9.2 Composição botânica

Estimativas visuais da participação das espécies presentes na composição botânica da pastagem foram realizadas juntamente com o método da dupla amostragem. As seis amostras cortadas durante a dupla amostragem foram separadas manualmente conforme a espécie de planta. Verificou-se nas diferentes unidades experimentais quatro espécies de plantas, *Panicum maximum*, Grama Estrela, Guanxuma (*Sida* sp.) e Assa peixe (*Vernonia polyanthes* Less.). Exemplares do cultivar Colonião também foram verificados. Plantas de Guanxuma e de Assa Peixe foram constatadas nas amostras em quantidades muito reduzidas. Em virtude disso seus valores foram desprezados. Após a separação manual as amostras foram colocadas em estufa ar forçado (60° C) por 56 horas, visando à determinação da MS.

Conforme descrito previamente, nas unidades experimentais às cercanias dos reservatórios de água encontravam-se cobertas com grama Estrela, perfazendo pouco mais de 10% do total das áreas das unidades experimentais.

O cálculo da participação percentual média na composição botânica dos cultivares Tanzânia e Colômbia e do capim Estrela foi realizado mediante equação usada por Quadros (1984), conforme descrita a seguir:

$$p = \frac{y + b X_E}{2} \text{ onde:}$$

p = concentração na massa seca (g.kg^{-1}) média estimada para um determinado componente;

y = concentração na massa seca (g.kg^{-1}) média do componente com base nas amostras separadas manualmente;

b = coeficiente de regressão entre as amostras separadas manualmente e suas estimativas visuais;

X_E = concentração na massa seca (g.kg^{-1}) média do componente com base nas amostras estimadas visualmente.

3.9.3 Perfilhamento

Mensalmente foram colhidos 60 perfilhos em cada unidade experimental para a estimativa da MS por perfilho. Os perfilhos foram cortados próximo ao nível do solo, sendo escolhidos aqueles representativos do tamanho médio da população de perfilhos, no momento da amostragem. Após a coleta no campo, os perfilhos foram enviados para o Laboratório de Nutrição de Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, sendo colocados diretamente na estufa ar forçado por 56 h, para avaliação da MS média por perfilho.

A estimativa da densidade populacional de perfilhos foi realizada usando-se um quadrado de ferro de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,50 \times 0,50 \text{ m}$) de área, em seis locais da unidade experimental. Os locais escolhidos foram aqueles considerados representativos da densidade média da população de perfilhos no momento da amostragem. Os perfilhos foram quantificados e classificados conforme sua posição na estrutura da planta (perfilho basilar ou aéreo) e estágio de desenvolvimento (perfilho vegetativo ou reprodutivo). Perfilhos

basilares ou aéreos foram caracterizados de acordo com o diagrama apresentado por Jewiss (1972). Isso permitiu quantificar as seguintes variáveis: densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares reprodutivos e densidade de perfilhos aéreos vegetativos. A densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos resultou da adição das quantidades de perfilhos basilares vegetativos e dos reprodutivos por unidade de área. Considerou-se como perfilhos em estágio reprodutivo somente os que apresentavam inflorescências. Perfilhos com os entre-nós alongados, porém sem a estrutura reprodutiva no ápice da haste, foram considerados como perfilhos em estágio vegetativo.

3.9.4 Taxa de acúmulo de massa seca e acúmulo de massa seca.

A taxa de acúmulo de MS foi obtida com duas gaiolas de exclusão do pastejo locadas em cada unidade experimental. O método denominado Triplo Emparelhamento (Moraes *et al.*, 1990) permitiu estimativas mensais da taxa de acúmulo de MS e estas, foram expressas em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de MS. Nessa técnica, primeiro observa-se a área fora da gaiola demarcada na avaliação anterior, com estaca de madeira; e a partir de uma observação cuidadosa, escolhem-se duas áreas similares aquela e entre si para locação das novas áreas que estarão sob pastejo e excluída do pastejo pela gaiola. Procede-se em seguida o corte da área no interior da gaiola e da área fora da gaiola, demarcadas na avaliação anterior. Na primeira locação das gaiolas de exclusão do pastejo (dia do início do experimento) os locais demarcados da gaiola e de fora da gaiola foram escolhidos em função de serem representativos da condição média da vegetação da unidade experimental.

As gaiolas de exclusão do pastejo foram confeccionadas com tela de arame de malha 5 cm. A estrutura das gaiolas constou de barras de ferro de $\frac{1}{2}$ "de diâmetro. A área da base da gaiola mediu $1,96 \text{ m}^2$ ($1,4 \times 1,4 \text{ m}$), sendo que a área do topo da gaiola mediu $1,21 \text{ m}^2$ ($1,1 \times 1,1 \text{ m}$). A altura da gaiola mediu 1,8 m. Um quadrado de ferro de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$) de área foi usado para o corte da forragem das áreas dentro e fora da gaiola.

A equação proposta por Campbell (1966) permitiu o cálculo da taxa de acúmulo de MS, conforme descrita abaixo;

$$T_j = \frac{G_i - F(i-1)}{n}, \text{ onde:}$$

T_j = Taxa de acúmulo de massa seca diária no período j ;

G_i = Massa seca. ha^{-1} dentro das gaiolas no instante i ;

$F (i - 1)$ = Massa seca. ha^{-1} fora das gaiolas no instante $i-1$;

n = número de dias entre os instantes $i - 1$ e i = período j .

O acúmulo de MS resultante das taxas de acúmulo de MS foi calculado conforme a seguinte equação:

$$\text{Acúmulo de massa seca} = \sum_{i=1}^{j-1} (G_j - F (j - 1)), \text{ onde:}$$

G_j = Massa seca. ha^{-1} dentro das gaiolas de exclusão na amostragem j ;

$F (j - 1)$ = Massa seca. ha^{-1} fora das gaiolas na amostragem $j - 1$.

3.9.5 Percentagem de solo descoberto e solo coberto de liteira

Durante a realização das estimativas da MF foram também avaliadas, visualmente, as percentagens de solo descoberto e de solo coberto de liteira. Segundo Thomas (1980) a percentagem de solo descoberto pode ser estimada visualmente em pastagens avaliando-se a proporção abrangida pelas áreas de solo não cobertas pelas estruturas dos perfilhos, quando vistas verticalmente. De modo similar foi avaliada a percentagem de área de solo coberta de liteira da pastagem.

3.9.6 Qualidade da forragem

A qualidade da forragem foi avaliada com base nas concentrações de PB (AOAC, 1984), fibra detergente neutro (FDN) (Goering e Van Soest, 1971) e digestibilidade “*in vitro*” da massa seca (DIVMS) (Tilley e Terry, 1963). As determinações dos conteúdos de PB, FDN e DIVMS foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foram escolhidos na pastagem seis locais com área de 0,25 m² e com altura média entre 55 a 65 cm, representativos da condição média do perfil do pasto da unidade experimental. A metade superior (50%) da estrutura dos perfilhos foi cortada com tesoura de poda e acondicionada em sacos de papel. Decidiu-se cortar as plantas conforme estas se apresentavam no local escolhido, ou seja, sem que as lâminas das folhas dos perfilhos fossem estendidas. Foram colhidas nas amostras plantas desfolhadas e não desfolhadas. Evidências experimentais, baseadas nas equações descritas por Edwards *et al.* (1995), mostraram que um ruminante remove aproximadamente a metade da altura da estrutura da parte aérea das plantas, a cada bocado, conceito de proporcionalidade da remoção de forragem. Esses autores compararam monoculturas de azevém perene e de trevo branco semeadas em faixas e observaram que a proporção de forragem removida, a cada bocado dos ovinos, variou entre 30 a 45% da altura superior da estrutura de ambas espécies de forrageiras. As amostras de forragem colhidas da maneira tal qual descrita objetivou a busca de amostras das partes das plantas representativas da qualidade da dieta que é consumida pelos animais em pastejo.

3.9.7 Massa seca por unidade de comprimento

A determinação da MS por unidade de comprimento foi realizada usando-se amostras de perfilhos coletados na pastagem. Dessas plantas, retirou-se sub amostras para a determinação da MS por unidade de comprimento (g de MS.cm⁻¹), de cada parte da estrutura do perfilho (lâmina de folha madura, lâmina de folha em expansão, bainha e colmo). As partes das plantas foram medidas com régua. Após a medição foram colocadas em sacos de papel, identificadas e enviadas a estufa para determinação da MS. A MS específica de lâmina de folha (MSELF) foi expressa em mg.cm⁻¹.

3.9.8 crescimento e senescência dos tecidos da parte aérea das plantas

O crescimento e a senescência da parte aérea das plantas foi avaliado no período de crescimento vegetativo do capim Tanzânia utilizando-se a metodologia proposta por Carrère *et al.* (1997). Essa metodologia permite medidas freqüentes nas mesmas unidades individuais (Davies, 1993), uma vez que isto pode evitar efeitos causados pela manipulação (Hodgson e Ollerenshaw, 1969). Em cada unidade experimental foram marcados 70

perfilhos por meio de fios coloridos usados para ligações telefônicas, sendo distribuídos em linhas transectas. Foram marcados 10 perfilhos por transecta. Nas linhas transectas os perfilhos distavam entre si aproximadamente um metro. Fios nas cores laranja e preta foram os preferidos devido à melhor facilidade de visualização destes no interior das touceiras das plantas de capim Tanzânia. O fio foi amarrado com um nó relativamente largo na base do perfilho marcado. Os perfilhos marcados inicialmente escolhidos foram aqueles com no mínimo duas folhas maduras, ou seja, duas folhas que na ocasião apresentavam lígula visível. A localização das linhas transectas foi por intermédio de estacas de madeira situadas ao redor das extremidades da primeira e da última linha transecta, de modo que a localização destas na unidade experimental fosse realizada o mais rápido possível.

Os resultados coletados foram analisados considerando-se a média dos 70 perfilhos (10 perfilhos x 7 linhas transectas) como uma repetição. A observação dos perfilhos marcados foi realizada a cada três ou quatro dias e, a cada observação, era anotado em uma planilha de papel para cada perfilho um código de dois dígitos. O código utilizado é similar ao proposto por Carrère *et al.* (1997) e está mostrado na Tabela 6. O primeiro código indicou a parte da planta. O segundo, o "status" observado do perfilho (intacto, desfolhado, etc.). No caso das plantas desfolhadas, na extremidade da lâmina da folha era feita uma pequena incisão longitudinal de maneira a se detectar possíveis novas desfolhas.

TABELA 6 – Códigos para perfilhos de capim Tanzânia marcados (folha madura, FM; folha em crescimento, FC; pseudocolmo, PS; colmo, CO).

	Perfilhos de capim Tanzânia			
	FM	FC	PS	CO
Intacta	10	20	30	40
Já desfolhada na primeira observação	11	21	-	41
Previamente desfolhada com nenhuma nova desfolhação	12	22	32	42
Desfolhada desde a última observação	13	23	33	43
Morta	14	24	34	44
Perdida	15	25	35	45

- Categoria não observada

Adaptado de Carrère *et al.*, 1997.

No perfilho marcado o comprimento das lâminas de folhas maduras e de senescentes foi medido a partir da lígula nas folhas maduras. Da lígula da última folha madura no caso das folhas em crescimento. O comprimento do pseudocolmo (colmo + bainha) dos perfilhos vegetativos (Thomas, 1980), ou do colmo dos perfilhos reprodutivos, foi mensurado da lígula da última folha madura até a superfície do solo. Nos perfilhos

florescidos mediu-se também o comprimento a partir da lígula da folha bandeira até a extremidade da inflorescência. Essas medições foram realizadas com o auxílio de uma régua. A representação esquemática das medições realizadas no perfilho está apresentada na Figura 4.

A média dos valores observados, ao final de cada período de avaliação dos perfilhos, permitiu a estimativa do número de folhas totais (NFT), do número de folhas vivas (NFV), NFM, NFE, do comprimento da lâmina de folha expandida (CLFE) e da lâmina verde total (LVT), por perfilho.

A média da soma dos comprimentos de lâminas de folhas verdes das folhas intactas e das desfolhadas dos perfilhos, a cada observação, considerou-se como a LVT, sendo expressa em cm. Foram determinadas também a taxa de alongamento e a taxa de senescência nos diferentes ciclos, por folha e por perfilho. O filocrono foi quantificado por meio da equação descrita a seguir:

$$CLFE = a.TEF.filocrono$$

onde:

CLFE = comprimento de lâmina de folha expandida;

a = número de folhas crescendo simultaneamente no mesmo perfilho;

O tempo de duração do alongamento (TDA) foi obtido por meio da fórmula descrita abaixo:

$$TDA = a.filocrono$$

O ciclo de observação abrangeu período com quatro observações, de 24 de fevereiro até 17 de março de 2001. Os perfilhos utilizados foram aqueles que apresentaram um mínimo de três avaliações em sequência. O tempo de vida das folhas foi obtido pela divisão do NFV pela TSF por folha.

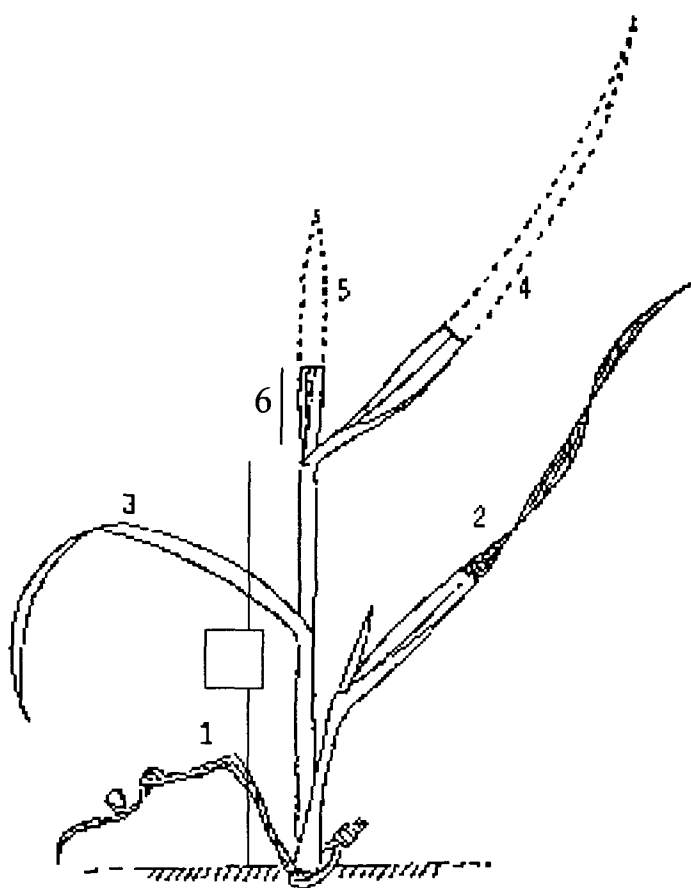


FIGURA 4 – Representação esquemática das medidas realizadas no perfilho. 1, 2, 3, 4, 5, número de ordem das folhas; 6, comprimento da folha em elongação; 7, comprimento da folha expandida desfolhada; 8, altura da bainha. Adaptado de Carrère (1994).

3.9.8.1 Taxa de expansão foliar

A diferença verificada entre os comprimentos de lâmina das folhas em expansão, conforme cada intervalo de dias de observação, permitiu quantificar a TEF. A TEF foi expressa em mm/°C, dividindo-se o valor obtido pela soma térmica (ST) decorrida no período considerado. A TEF foi também expressa em mm.dia⁻¹.

De acordo com Ometto (1981) a ST é o somatório das temperaturas médias diárias e que são obtidas por intermédio da média aritmética entre os valores diários de temperatura máxima e mínima, conforme descrito na fórmula abaixo:

$$ST = \sum [(T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}})/2]$$

No Anexo 5 estão apresentadas as ST observadas nos diferentes períodos de avaliação do crescimento e senescência de folhas, obtidas na estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá. No Anexo 6 estão apresentados as demais observações meteorológicas durante o período dos ciclos de observação dos fluxos de MS.

As medições de TEF foram realizadas em folhas intactas e nas desfolhadas. A TEF para cada intervalo de dias de observação foi obtida pela diferença entre os comprimentos de lâmina verde de folhas que se encontravam em expansão. A taxa de alongação por folha foi utilizada para corrigir o cálculo da fração de lâmina foliar removida pelo pastejo dos animais, quando esta se apresentava em fase de alongamento. Por exemplo, se na primeira observação a folha em alongação apresentava-se com 20 cm e na observação seguinte com 10 cm, a fração removida pelo animal é obtida pela diferença entre os comprimentos da lâmina foliar nesse intervalo de tempo, adicionada da TEF média (média da unidade experimental avaliada). No caso das folhas em expansão desfolhadas, foi utilizada a TEF média das folhas intactas, somadas a das folhas desfolhadas. Para as folhas desfolhadas mais de uma vez, utilizou-se a taxa de alongamento média das folhas desfolhadas. Tais procedimentos visaram ajustar o cálculo do consumo, considerando que a desfolha pode afetar a TEF, conforme mencionado por Lemaire e Agnusdei (1999).

3.9.8.2 Taxa de senescência foliar

O cálculo da TSF, para cada intervalo de dias de observação, foi realizado usando-se a diferença entre os comprimentos da fração verde das folhas que apresentavam

senescência pela diferença entre os comprimentos da fração verde das folhas em senescência, em situação de ausência de desfolha.

A TSF foi expressa em $\text{mm}/^{\circ}\text{C}$, dividindo-se o valor obtido pela soma térmica decorrida no período considerado. A TSF foi também expressa em mm.dia^{-1} . A TSF por perfilho foi obtida pelo somatório das taxas de senescência das folhas.

3.10 RESPOSTA ANIMAL

3.10.1 Avaliação da massa corporal dos animais.

A massa corporal dos animais foi avaliada em intervalos aproximadamente mensais na balança convencional da mangueira da propriedade. Nos dias da avaliação da massa corporal, a partir das sete horas, era iniciada a retirada dos animais das unidades experimentais em direção aos currais de espera da mangueira e logo a seguir foi realizada a avaliação da massa corporal dos animais na balança. Após os lotes de tourinhos testadores e reguladores eram apartados, conforme suas respectivas pastagens na área experimental.

Os animais testadores foram submetidos a jejum de aproximadamente 12 horas, antes das avaliações da massa corporal do início e fim de ambos períodos experimentais avaliados, nos currais de espera na mangueira e com acesso à água. Nas avaliações intermediárias da massa corporal não foram realizados períodos de jejum nos animais. Os animais reguladores foram colocados e/ou retirados das unidades experimentais no período da tarde e sem jejum prévio. Devido ao número, cuidado e do trabalho de apartação exigido com os animais esse foi o procedimento adotado de forma a diminuir o intervalo de tempo entre a passagem do primeiro e do último animal na balança.

3.10.2 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada

O GMD foi obtido por intermédio das avaliações da massa corporal dos animais testadores (Mott e Lucas, 1952), estimado após o período de jejum de alimentos sólidos. Subtraiu-se da massa corporal final dos animais testadores sua massa corporal inicial; este valor, foi então dividido pelo número de dias do período experimental. Os animais escolhidos como testadores foram os mais homogêneos, considerando-se as suas condições e principalmente a massa corporal, entre os animais da fazenda disponíveis para o

experimento. O GMD dos animais testadores das pastagens sem a fertilização de N foi calculado por meio de média ponderada, em função da retirada de dois animais testadores de cada unidade experimental no final de março.

O ganho de massa corporal acumulada (GMCA) foi obtido segundo a equação preconizada por Karnezos e Matches (1991), conforme descrita a seguir:

Ganho de massa corporal acumulada (GMCA) = \sum (massa corporal final dos animais testadores – massa corporal inicial dos animais testadores) para cada período de avaliação da massa corporal.

3.10.3 Carga animal, número de animais.dia e rendimento animal por unidade de área.

A carga animal foi calculada adicionando-se a massa corporal média dos animais testadores e dos reguladores da unidade experimental. Esse valor foi então dividido pela área da unidade experimental, sendo expressa em kg.ha^{-1} . Devido à frequência de ajustes na densidade de lotação, principalmente nas pastagens com as maiores quantidades de N aplicadas, foram realizados ajustes praticamente a cada 14 dias. Durante os meses de janeiro e fevereiro, em algumas vezes, foram necessários ajustes semanais da densidade de lotação de animais.

O número de animais.dia. ha^{-1} foi calculado por meio da quantidade de animais que foram mantidos na unidade experimental, em cada dia. Após esse valor foi multiplicado pelo número de dias do período experimental e dividido pela área do piquete.

O rendimento animal por unidade de área foi obtido pelo produto do GMD dos animais testadores e do número de animais.dia. ha^{-1} , conforme preconizado por Mott e Lucas (1952).

3.11. OFERTA DE FORRAGEM

Conquanto a oferta de forragem possa ser expressa de diversas maneiras, optou-se por expressar esta variável em $\text{kg de MS.100 kg de massa corporal}^{-1}.\text{animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. A oferta de forragem foi estimada conforme os procedimentos de cálculos descritos logo a seguir:

$$\text{Oferta de forragem} = \frac{\text{Massa seca disponível (kg.ha}^{-1}\text{.dia}^{-1})}{\text{Carga animal (kg.ha}^{-1}\text{.dia}^{-1})}$$

Exemplificando: considerando uma unidade experimental com 1,27 ha de área, com MF de 4.000 kg.ha⁻¹ de MS e quantidade de MS disponível no período de 7.000 kg.ha⁻¹ de MS [4.000 kg.ha⁻¹ de MS + 3.000 kg.ha⁻¹ de taxa de acúmulo de MS (100 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ x 30 dias)], o que corresponde a 8.890 kg.ha⁻¹ de MS na unidade experimental. O valor de 4.000 kg.ha⁻¹ de MS corresponde a MF média do período; calculada do seguinte modo:

$$\text{MF média} = \frac{\text{MF}_i + \text{MF}_{(i-1)}}{2}, \text{ onde:}$$

MF_i = quantidade de MS ha⁻¹ no instante i; para o caso do exemplo dado = 5.000 kg.ha⁻¹ de MS;

MF_(i-1) = quantidade de MS ha⁻¹ no instante i-1; para o caso do exemplo dado = 3.000 kg.ha⁻¹ de MS; assim:

$$\text{MF média} = \frac{(5.000 + 3.000)}{2} = 4.000 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de MS}$$

$$\text{Carga animal média na unidade experimental} = \frac{3.175 \text{ kg}}{1,27 \text{ ha}} = 2.500 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de massa corporal}$$

Carga animal_i = carga animal (kg.ha⁻¹) no instante i; para o caso do exemplo dado = 3.350 kg.ha⁻¹;

Carga animal_(i-1) = carga animal (kg.ha⁻¹) no instante i-1; para o caso do exemplo dado = 3.000 kg.ha⁻¹; assim:

$$\text{MF média} = \frac{(5.000 + 3.000)}{2} = 4.000 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de MS}$$

$$\text{Oferta de forragem} = \frac{4.000 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de MS} \times 30 \text{ dias}}{30 \text{ dias}} = 133,33 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de MS} + 100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de MS}$$

$$\text{Oferta de forragem} = \frac{233,33 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1} \text{ de MS}}{2.500 \text{ kg}} = 0,0933 \times 100$$

$$\text{Oferta de forragem} = 9,3 \text{ kg de MS.100 kg de massa corporal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$$

No período experimental subsequente foi estimada a oferta de lâminas de folhas verdes. Para o cálculo da oferta de lâminas de folhas verdes foram utilizados somente os dados de carga animal e das quantidades avaliadas de MLFV por ha da unidade experimental.

3.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados médios das variáveis foram obtidos por intermédio de média ponderada. Os dados obtidos das variáveis avaliadas, ao final do período experimental, foram submetidos à análise da variância em nível de 5% de probabilidade. Nos casos em que foram verificadas diferenças, análises de regressão polinomial foram aplicadas por meio do programa computacional estatístico SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (Universidade Federal de Viçosa-UFV, 1995). Os modelos da regressão linear e quadrática foram testados. Os modelos das regressões foram escolhidos baseando-se no nível de significância e no coeficiente de determinação ajustado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PERÍODO 1

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM

4.1.1.1 Massa de forragem, massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta

A relação da MF com as doses de N testadas está apresentada na Figura 3, onde se vê, que a regressão com o melhor ajuste entre as variáveis foi quadrática ($P < 0,0009$). Os valores de MF obtidos por cálculo (equação de regressão da Figura 3) nos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 4.098; 4.585; 4.862 e 4.928 kg.ha⁻¹ de MS. Os valores estimados de MF das pastagens experimentais, por época de avaliação e na média, podem ser examinados no Anexo 7.

O comportamento quadrático da MF frente à elevação da quantidade de N aplicada na pastagem deveu-se ao aumento da carga animal (Figura 23). A mais alta taxa de lotação condicionou, de maneira gradativa, redução mais leve do acréscimo de MS por ha na MF das pastagens com as mais altas doses de N. Considerando que a MS por perfilho não diferiu (Tabela 14) (Anexo 8), o aumento quadrático da densidade de perfilhos basilares vegetativos à medida que foi aumentada a quantidade de N na pastagem (Figura 10) constituiu-se no principal fator determinante do comportamento da MF.

A relação quadrática mostrada na Figura 3 não está de acordo com o resultado obtido no estudo de pastejo de Lupatini (1995), onde não foi observado efeito de diferentes doses de N sobre a MF. Deve ser considerado, que no trabalho de Lupatini (1995) os ajustes da densidade de lotação animal não foram baseados no nível da altura do pasto e sim, de modo a manter nas pastagens quantidades de MF entre 2.500 e 3.000 kg.ha⁻¹ de MS. Ele utilizou um método de ajuste da carga animal que levou em consideração a MF, a taxa de desaparecimento da pastagem, as perdas de forragem e um valor de consumo de MS dos animais pré-determinado.

A quantidade de MF foi um dos fatores que contribuiu para que os animais apresentassem no período GMD semelhantes (Anexo 9). Como bem foi assinalado por

Burns *et al.* (1989) e Frame (1993) mensurações do montante de MF permite que se façam inferências, na acumulação de forragem, sobre a taxa de crescimento da pastagem e no consumo de forragem, apresentando também imenso valor na interpretação do desempenho por animal.

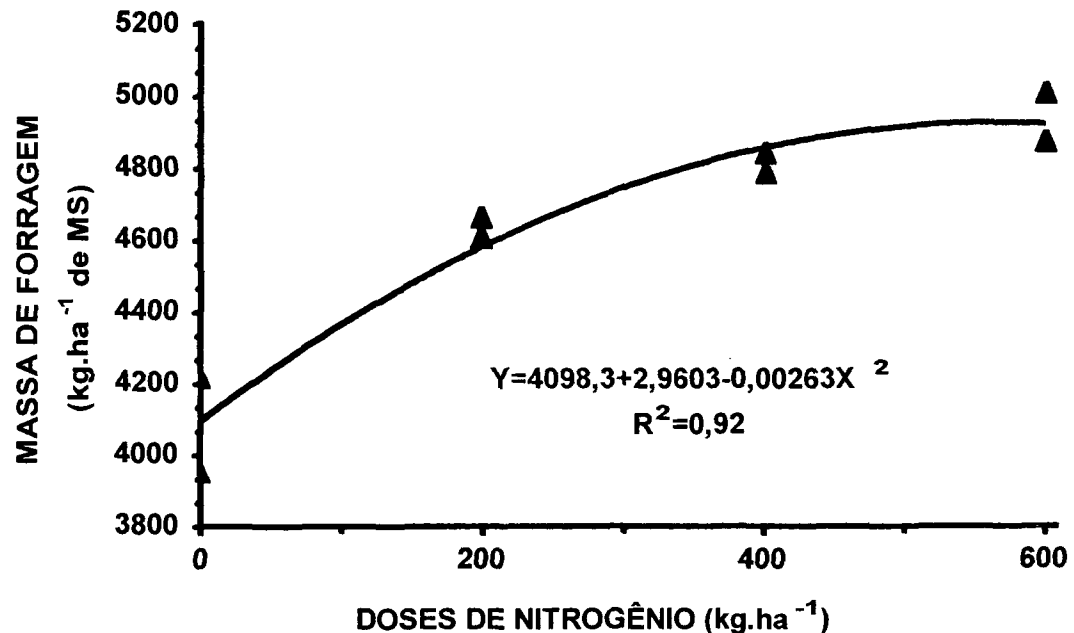


FIGURA 3 – Massa de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Watte (1999) em um dos experimentos de pastejo da série conduzida previamente nesta área experimental e que visaram avaliar situações de alturas de pasto, verificou valores de MF nos níveis de altura próximos de 60 cm mais baixos (média de 3.630 kg.ha⁻¹ de MS) do que os mostrados na Figura 3. As quantidades de MF foram superiores as reportadas por Euclides *et al.* (1993) avaliando pastagens de capim Tanzânia, capim Mombaça e de capim Tobiatã. As melhorias na composição química do solo e provavelmente também nas suas condições físicas e biológicas, causadas pelas fertilizações anuais anteriormente realizadas, assim como as doses de N testadas neste experimento explicam a desigual quantidade de MF obtida no presente trabalho em relação as que foram quantificadas por esses autores.

Os dados no Anexo 7 revelam que houve aumento da MF em todos os tratamentos com o avanço do período experimental. Ainda pelo Anexo 7 constata-se que na primeira amostragem (início de dezembro) os valores de MF variaram entre 3.187 a 3.690 kg.ha⁻¹ de

MS. Na amostragem referente ao início de maio as quantidades de MF foram superiores a 4.880 kg.ha^{-1} de MS, exceto em uma das pastagens da dose nula de N, esta com MF de 4.668 kg.ha^{-1} de MS.

A relação linear positiva ($P < 0,0061$) entre a MLFV com as diferentes doses de N é mostrada na Figura 4. A equação de regressão mostra que a MLFV variou de 1.695 kg.ha^{-1} de MS no tratamento sem à fertilização de N a 2.006 kg.ha^{-1} de MS na dose de 600 kg.ha^{-1} de N. Nas doses intermediárias, de 200 e de 400 kg.ha^{-1} de N, as quantidades de MLFV foram de 1.799 e de 1.902 kg.ha^{-1} de MS, respectivamente. Os dados de MLFV avaliados durante o período experimental estão apresentados no Anexo 7.

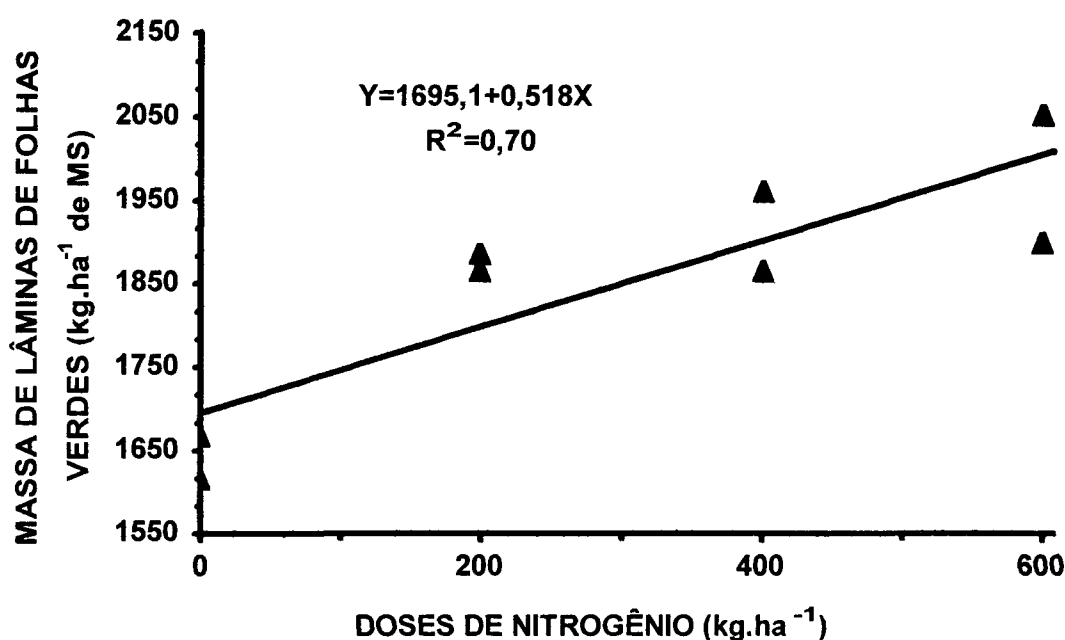


FIGURA 4 – Massa de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Conforme está mostrado no Anexo 8 não foi verificada significância estatística ($P > 0,05$) do aumento da dose de N na participação de lâmina de folha verde no perfil da pastagem. Em virtude disso o aumento linear da MLFV nas pastagens com as maiores doses de N é explicado em sua maior parte pelo comportamento da MF (Figura 3).

Conforme o relato de Watfe (1999) de que novilhos Nelores em fase de recria, se mantidos em regime de lotação contínua, em pastagens de capim Tanzânia manejadas em níveis de altura de pasto entre 29,8 a 80 cm; que por sua vez condicionaram variações nas

quantidades de MLFV entre 889 a 1.612 kg.ha⁻¹ de MS, não apresentam diferença no desempenho por animal, infere-se que as quantidades de MLFV por ha deste período contribuíram de modo marcante para que os animais apresentassem desempenho animal semelhante (Tabela 20).

No experimento de pastejo conduzido por Setelich (1999), em pastagens de capim Elefante anão adubado com diferentes doses de N, não foi observado efeito das aplicações de N sobre o GMD dos animais. As quantidades de MLFV de capim Elefante anão variaram, na primeira estação de crescimento avaliada, entre 1.786 a 2.212 kg.ha⁻¹ de MS, havendo efeito das doses de N sobre a MLFV. No entanto, no período da primavera e do verão seguinte à autora relatou que não houve efeito das doses de N na MLFV e estas, variaram de 2.415 a 2.550 kg.ha⁻¹ de MS. Stobbs (1977) e Chacon *et al.* (1978) em experimentos de curta duração e igualmente realizados em pastagens de gramíneas tropicais sugeriram que o rendimento de leite por vaca de raças leiteiras poderia ser maximizado em quantidades de MLFV próximas de 1.000 kg.ha⁻¹ de MS, bem como em valores maiores.

Os resultados de MLFV foram também superiores aos reportados por Euclides *et al.* (1993) e Watfe (1999), como não poderia deixar de ser, já que nestes dois estudos de pastejo as quantidades de MF foram inferiores. No trabalho de Watfe (1999) os níveis de altura de pasto de 57,92 e 62,68 cm determinaram montantes médios de MLFV de 1.295 e 1.455 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente. É interessante notar que no tratamento zero de N a média da MLFV foi de 1.695 kg.ha⁻¹ de MS, portanto, superior aos valores de MLFV quantificados nos níveis de altura de pasto próximos de 60 cm por Watfe (1999), embora neste último experimento tenham sido aplicados 250 kg.ha⁻¹ de N. Isso decorreu, como dito anteriormente, principalmente de melhorias na fertilidade do solo causadas pelas fertilizações previamente realizadas.

Um outro fator que influenciou ainda nessa comparação foi à baixa taxa de lotação mantida nas pastagens experimentais sem fertilização de N (Figura 18), em comparação àquela que foi suportada nos níveis de altura de pasto próximos de 60 cm, conforme mostrado no estudo de pastejo conduzido concomitante ao de Watfe (1999) por Peris (1999).

Nas unidades experimentais das mais altas adubações de N o aumento da MLFV foi compensado pelo aumento, com o passar do tempo da MBVCV (Anexo 7) e da MFM (Tabela 8). As quantidades de MLFV das pastagens com zero de adubação de N foram mantidas em valores mais baixos, porém ainda próximos dos valores verificados nas pastagens do tratamento de 200 kg.ha⁻¹ de N porque a carga animal suportada foi mais baixa (Figura 23). Redução da carga animal nos meses que antecederam o final deste

período experimental (Anexo 10) foi necessária nas pastagens sem aplicação de N, de modo que o nível da altura da pastagem permanecesse por volta de 60 cm.

Na Tabela 7 podem ser vistas a equação de regressão, o coeficiente de determinação e o nível de probabilidade das variáveis MFV e MBVCV. A regressão quadrática apresentou o melhor ajuste ($P < 0,0003$) entre a relação da variável MFV com as doses de N. Conforme a equação de regressão as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram, respectivamente, MFV de 2.945; 3.329; 3.583 e de 3.708 kg.ha⁻¹ de MS. O modelo linear positivo se ajustou melhor a relação da variável MBVCV com as doses de N avaliadas. A equação de regressão mostra que nas pastagens dos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N os montantes de MBVCV foram de 1.315; 1.466; 1.617 e de 1.768 kg.ha⁻¹ de MS, respectivamente. Os dados das variáveis MFV e MBVCV, por época de avaliação e na média, estão mostrados no Anexo 7.

TABELA 7 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis massa de forragem verde (MFV) e massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVCV), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Variável	Equação de regressão	(R^2)	P(p<0)
MFV (kg.ha ⁻¹ de MS)	$Y = 2.944,9 + 2,244X - 0,00162X^2$	0,94	0,0003
MBVCV (kg.ha ⁻¹ de MS)	$Y = 1314,65 + 0,7557X$	0,90	0,0002

O exame das equações de regressão das variáveis MF (Figura 3) e participação de forragem verde no perfil da pastagem (Figura 7) mostram que o comportamento destas foi o que determinou a relação quadrática da MFV. O aumento linear do componente morfológico bainha verde + colmo verde (Tabela 10) e o comportamento quadrático da MF (Figura 3), juntamente determinaram o aumento da quantidade de MBVCV nas pastagens das mais altas doses de N. O aumento da MBVCV está também relacionado ao comportamento da densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos observado nas pastagens das mais altas doses de N (Figura 11).

Os dados de MFM durante o período experimental e na média estão mostrados na Tabela 8. No Anexo 8 constata-se que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as quantidades de MFM por unidade de área dos tratamentos estudados para o modelo linear. Quanto ao modelo quadrático, ainda pelo Anexo 8 se verifica que houve baixo ajuste ($P < 0,0834$; $R^2 = 0,48$) entre a MFM com os tratamentos de N.

A falta de diferença na MFM entre os tratamentos de N testados deveu-se ao comportamento discordante das variáveis MF (Figura 3) e da concentração na MS de forragem morta na estrutura das plantas (Tabela 10).

TABELA 8 – Massa de forragem morta na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média –Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Avaliação						Média
	4/12/2000	5/1/2001	2/2/2001	3/3/2001	5/4/2001	2/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)	(kg.ha ⁻¹ de MS)						
Zero	566	778	1.003	1.152	1.352	1.821	1.102
Zero	667	890	1.096	1.122	1.525	1.915	1.192
200	730	993	1.037	1.148	1.939	1.961	1.305
200	698	904	1.125	1.264	1.736	1.612	1.245
400	619	1064	1.059	1.244	1.559	1.737	1.228
400	769	827	1.160	1.478	1.746	1.615	1.290
600	669	809	1.141	1.283	1.672	1.460	1.201
600	664	960	1.147	1.245	1.778	1.490	1.249

A Tabela 8 mostra que nas pastagens experimentais as diferenças entre as médias das quantidades de MFM foram muito baixas. Diferença média de somente 203 kg.ha⁻¹ de MS foi observada entre a maior e a menor quantidade de MFM das unidades experimentais. Em relação ao início do mês de dezembro, até o mês de abril, a MFM se elevou. Comparando-se os resultados das avaliações realizadas nos meses de abril e no início de maio, constata-se que houve redução da MFM das unidades experimentais do tratamento de 600 kg.ha⁻¹ de N, bem como em uma das respectivas unidades experimentais dos tratamentos de 200 e 400 kg.ha⁻¹ de N. Nas demais unidades experimentais as quantidades de MFM do mês de abril e no início de maio se elevaram.

O aumento da quantidade de MFM observado à medida que as pastagens finalizavam o seu período em estágio vegetativo, demonstrado na Tabela 8, foi em parte devido ao aumento da participação dos colmos com entre-nós alongados e/ou amarelecidos, que neste trabalho foram acrescentados às frações de forragem morta. Na realidade, conquanto os colmos amarelecidos apresentem aspecto lenhoso e com valores elevados na sua composição de lignina, de celulose e de hemicelulose e que baixam a qualidade da forragem disponível, eles são fisiologicamente ativos e não estão mortos. É relativamente

comum em trabalhos com forrageiras acrescentar os colmos mais grossos e amarelecidos a fração de MS morta e isto traz, como consequência, aumento da quantidade de MFM. No entanto, como aconteceu neste trabalho, isso causa confusões no tocante ao efeito do N sobre as reais proporções de forragem viva em relação àquelas que se encontram senescentes ou mortas. A recente terminologia proposta por Matthew *et al.* (1999) específica para os caules verdadeiros das gramíneas, onde este componente é classificado em quatro termos e de acordo com as suas distintas estruturas morfológicas (1 - rizoma; 2 - colmo ou caule reprodutivo; 3 - caule verdadeiro e 4 - pseudocolmo) pode permitir informações mais detalhadas dos componentes morfológicos que determinam as quantidades de MBVCV e de MFM por ha.

4.1.1.2 Índice de área foliar e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde

A relação entre o IAF e os tratamentos de adubação nitrogenada é mostrada na Figura 5, onde se observa que o IAF se elevou à medida que a quantidade de N aplicada na pastagem aumentou. Relação linear altamente significativa ($P < 0,0005$) foi verificada. Os valores extremos de IAF, calculados pela equação de regressão variaram de 3,4 a 3,9, respectivamente para a dose nula e maior de N. Nas pastagens adubadas com as doses de 200 e 400 kg.ha⁻¹ de N os valores de IAF obtidos por cálculo da equação de regressão foram, respectivamente, de 3,6 e 3,7. Os dados de IAF estimados ao longo do período experimental, conforme a unidade experimental e na média, podem ser examinados no Anexo 11.

O aumento linear do IAF refletiu as mais altas quantidades de MS por ha de lâminas de folhas verdes das pastagens das mais altas doses de N, conforme está mostrado na Figura 4. Entretanto, os locais amostrados para determinação da MS de MLFV utilizada para o cálculo do IAF apresentavam plantas com estatura aproximada de 60 cm, conforme foi pré-estabelecido. Como se pode constatar no Anexo 3 os níveis médios de altura nas pastagens foram por volta de 55 cm. Nas unidades experimentais sem aplicação de N o nível médio de altura de pasto para o período foi mais próximo de 50 cm. Por causa disso é cabível supor que os valores de IAF nas pastagens tenham sido pouco inferiores àqueles mostrados na Figura 5. Os valores de IAF obtidos podem ter influenciado o aumento linear da taxa de acúmulo de MS nas pastagens das mais altas doses de N (Figura 8).

Vários trabalhos demonstraram que maiores taxas de aplicação de N podem aumentar o IAF das pastagens de gramíneas (Simon e Lemaire, 1987; Costa, 1990;

Boggiano *et al.*, 2001). Existem suficientes evidências na literatura demonstrando que em pastagens um dos principais efeitos da elevação das quantidades aplicadas de N é no aumento da expansão da área foliar (Gastal e Bélanger, 1993). Em *Festuca arundinacea* foi comprovado que o crescimento de folhas pode aumentar de duas a três vezes como resposta ao aumento do N (Gastal *et al.*, 19992).

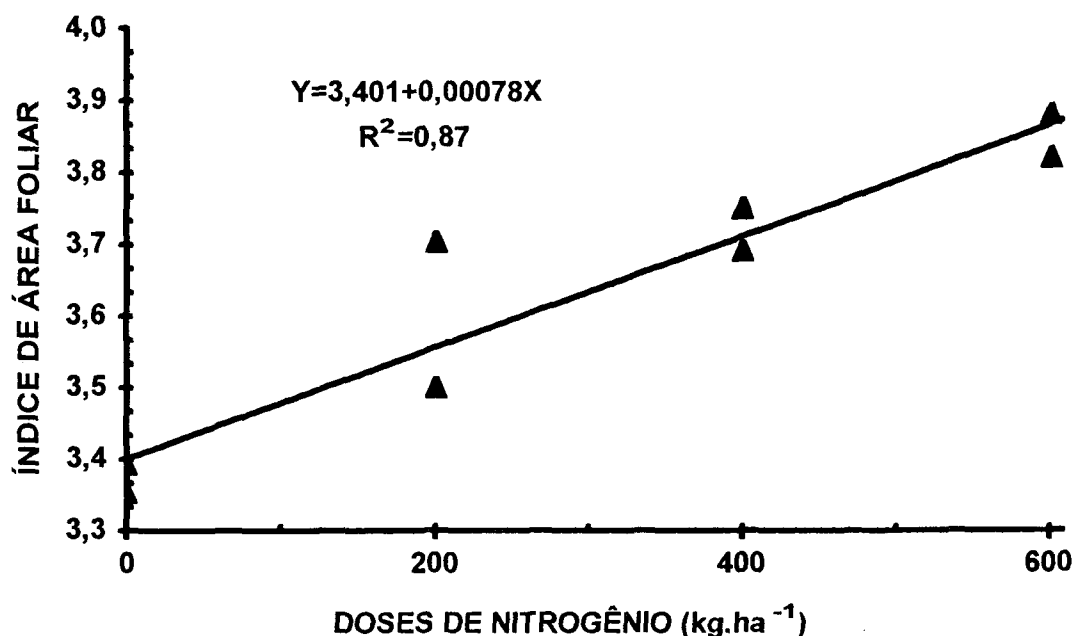


FIGURA 5 – Índice de área foliar (lâmina de folha verde viva) na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Grande número de trabalhos buscou esclarecer a relação entre o IAF e a taxa de crescimento de pastagens (Brown e Blaser, 1968). Humphreys (1991) informou que os valores de IAF crítico para pastagens, normalmente, situam-se entre 3,5 e cinco. Segundo o autor é nessa faixa de IAF que cerca de 95% da radiação solar incidente é interceptada, ponto no qual a taxa de crescimento estaria em um valor próximo do máximo (Brougham, 1956; da Silva e Pedreira, 1997). Bircham e Hodgson (1983) e Grant *et al.* (1983) verificaram que o rendimento de forragem líquida verde (crescimento menos a senescência) foi relativamente constante em amplas variações de MF e de IAF. As conclusões de Bircham e Hodgson (1983) e Grant *et al.* (1983) referem-se aos valores de IAF entre dois a quatro. Nas análises teóricas realizadas por Parsons e Johnson (1986) e Parsons e Chapman (2000) foi sugerido que pastagens manejadas em valores de IAF de aproximadamente dois

poderiam condicionar a máxima produção (consumo de forragem) por unidade de área. Suas análises basearam-se em um modelo teórico que revela os efeitos das quantidades de folhas removidas sobre o balanço dos principais processos fisiológicos envolvidos no crescimento e utilização das pastagens, para o caso de forrageiras temperadas manejadas sob regime de lotação contínua. Nos valores de IAF entre dois a quatro do modelo apresentado por eles pode-se observar que a taxa de consumo de forragem, expressa em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de matéria orgânica, se encontra pouco abaixo do ponto máximo ($\text{IAF} = 2$) e se reduzindo levemente e progressivamente com o aumento deste.

Segundo Brown e Blaser (1968) o desenvolvimento do conceito do IAF na taxa de crescimento e no manejo de pastagens é exemplo que permite análises conjuntas das propriedades físicas e fisiológicas das comunidades de plantas e isto poderia ajudar no esclarecimento de relações complexas.

Entretanto, em condições de fazenda a estimativa dos valores de IAF das pastagens torna-se mais difícil. Não obstante a essa dificuldade Bircham e Hodgson (1983) demonstraram que o IAF pode ser estimado mediante simples mensurações do nível da altura do pasto. Dessa maneira a avaliação do IAF juntamente com o nível de altura são ferramentas para se manejar as pastagens adequadamente. Contudo, as doses de N avaliadas neste período experimental demonstram claramente que mesmo em níveis de alturas de pasto aproximadamente semelhantes (Anexo 3) podem ser encontrados valores de IAF pouco diferentes.

Na Figura 6 está apresentado o comportamento da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde com as doses de N por ha avaliadas. A regressão linear negativa ($P < 0,0112$) apresentou o ajuste mais satisfatório para a relação entre as variáveis. Segundo a equação de regressão a relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde obtida nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N foi, respectivamente, 1,36; 1,30; 1,23 e 1,17. Os dados da variável relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde estimados durante o período experimental e na média estão apresentados no Anexo 12.

Conquanto tenha sido constatado aumento na MLFV (Figura 4), estes acréscimos foram menores se comparados aos verificados nas quantidades de MBVCV (Tabela 7). Isso determinou o decréscimo linear da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde nas pastagens das mais altas doses de N.

Hart e Burton (1965) estudando capim Milheto submetido a regimes de cortes mostraram que o N estimula a alongação de hastes, atuando negativamente sobre a relação folha/colmo. Os resultados observados coincidiram com os reportados por Setelich (1999),

que igualmente verificou na primeira (outubro/1996 - abril/1997) das duas estações de crescimento avaliadas efeito negativo do aumento da dose de N sobre a relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde, em pastagens de capim Elefante anão. No entanto, na estação de crescimento seguinte (outubro/1997 - abril/1998) a autora relatou que não houve efeito do aumento da quantidade de N sobre a variável.

Cabe assinalar, que nos experimentos de pastejo com capim Milheto que avaliaram doses de N, citados precedentemente (Moojen, 1993; Heringer e Moojen, 2002), em que se buscou manter a MF em quantidades relativamente constantes, diferentemente não foi constatado efeito do aumento da fertilização de N na relação folha/colmo.

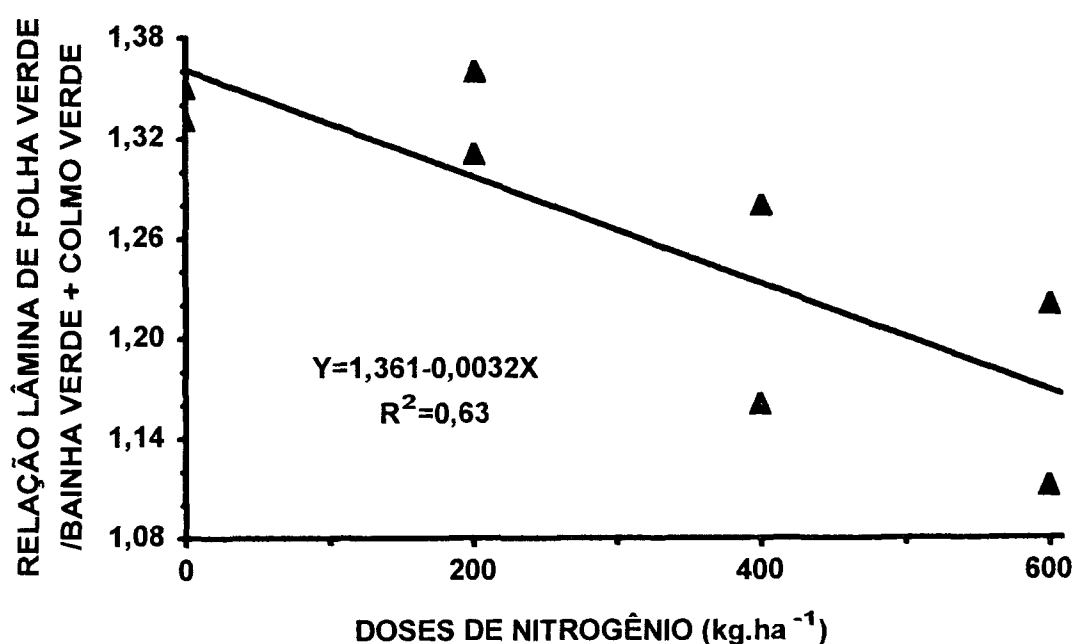


FIGURA 6 – Relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Ao analisarmos a variação da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde ocorrida neste período experimental (Anexo 12) verifica-se que, embora tenha sido observada redução nos seus valores com o tempo, estes quase que sempre foram mantidos acima de 1,2 ou, como no caso dos meses de abril e no início de maio, em valores pouco inferiores a 0,9. Portanto, no caso deste trabalho, pode-se afirmar que a relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde foi mantida em valores elevados e superiores aos que normalmente têm sido obtidos em gramíneas forrageiras tropicais.

A não ocorrência de valores baixos da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde, em qualquer dos tratamentos de N, foi causada pela fertilidade do solo da área experimental e aos ajustes da carga animal de modo que o nível da altura da pastagem permanecesse em aproximadamente 55 cm.

Dos cultivares de *Panicum maximum* no Brasil mais utilizados o capim Tanzânia, já nas avaliações iniciais realizadas encontrou-se dentre os que apresentaram melhor relação folha/colmo (Jank, 1995).

4.1.1.3 Forragem verde, lâmina de folha verde, bainha verde + colmo verde e forragem morta

A participação de forragem verde no perfil da pastagem foi diferente entre os tratamentos. O efeito das doses de N na concentração de forragem verde na MS foi linear e positivo ($P < 0,0007$), como está demonstrado na Figura 7. De acordo com a equação de regressão houve aumento na concentração de forragem verde de 723 g.kg^{-1} de MS no tratamento sem aplicação de N para 755 g.kg^{-1} de MS no tratamento da dose de 600 kg.ha^{-1} de N. Os dados da concentração de forragem verde na MS das pastagens experimentais podem ser analisados no Anexo 13.

O aumento da densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos observado nas pastagens das doses mais altas de N (Figura 11) determinou maior MS de colmo verde e de bainha verde. Como esses últimos componentes morfológicos normalmente apresentam concentração de MS mais elevada em comparação às lâminas das folhas, isto determinou a linearidade da concentração de forragem verde no perfil da pastagem.

De maneira geral maiores adubações de N elevam as proporções das partes verdes das plantas de gramíneas. No entanto, Quadros *et al.* (2002) avaliando o efeito de quatro doses de NPK sobre os componentes morfológicos do rendimento de MS em pastagens de capim Mombaça e de capim Tanzânia, manejadas com 28 dias de descanso e com altura média de 30 cm de resíduo pós-pastejo, relataram que a elevação da dose de NPK apresentou, na média dos dois cultivares avaliados, efeito cúbico sobre os percentuais de lâminas foliares e de colmos.

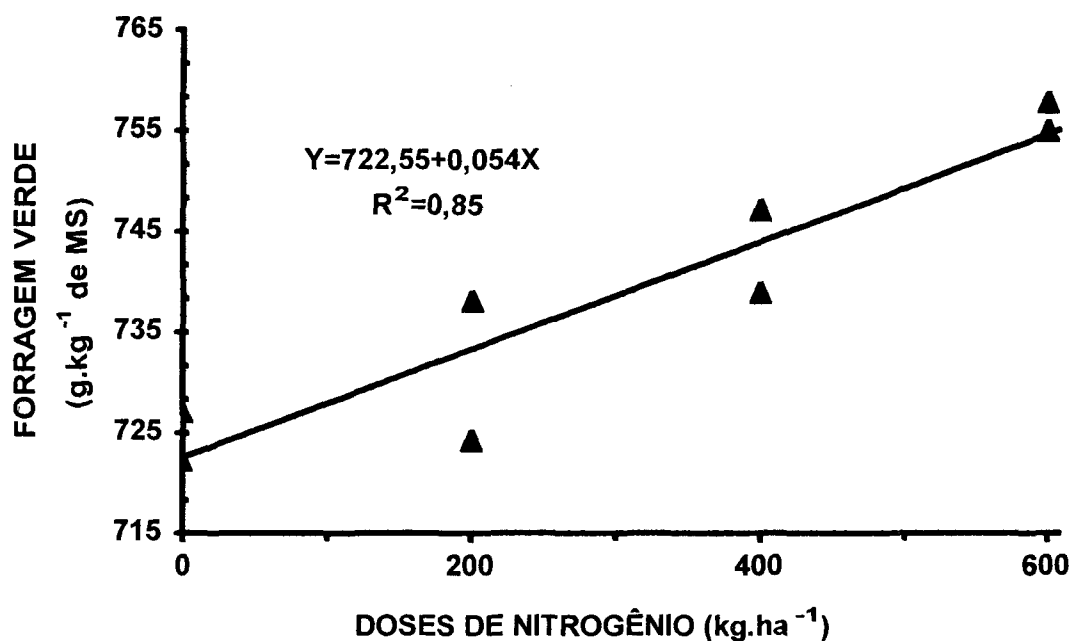


FIGURA 7 – Concentração na massa seca de forragem verde no perfil da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Na Tabela 9 estão apresentados os dados da contribuição do componente lâmina de folha verde à MS das pastagens, conforme o tratamento e época de avaliação, bem como os seus valores médios. Os valores da concentração na MS de lâmina de folha verde não diferiram ($P > 0,05$) com o aumento da adubação nitrogenada (Anexo 8). A participação média do componente lâmina de folha verde na estrutura das plantas variou de 393 a 416 g.kg⁻¹ de MS.

Pelo visto o aumento da contribuição do componente bainha verde, somada ao componente colmo verde, para o incremento da quantidade de MF por ha (Figura 3) foi associada à quase que estabilização da concentração do componente lâmina de folha verde. Isso determinou a falta de diferença deste último componente morfológico nos perfis das pastagens dos distintos tratamentos de N.

O aumento da quantidade de N aplicada em pastagens de gramíneas de inverno, na média, resultam nas lâminas das folhas em aumentos da MS, do comprimento, da largura e da área, mas ocorrem reduções destas respostas ao N nas mais altas taxas de adubações com este nutriente (Whitehead, 1995). Entretanto, ainda com relação às gramíneas

temperadas, Wilman e Wright (1983) ressaltaram que ocorre redução tênue da MS por unidade de lâmina de folha com o incremento da taxa de aplicação de N. A regressão linear da contribuição percentual de folhas à MS apresentou baixo ajuste ($P < 0,0618$; $R^2 = 0,37$) com o aumento das doses de N em capim Milheto (Lupatini, 1995). Efeito do aumento da dose de N sobre a contribuição percentual do componente lâmina de folha verde à MS total do capim Elefante anão foi observado somente na primeira estação de crescimento avaliada por Setelich (1999).

Os vários trabalhos apresentando resultados controversos da adubação com N, no que se refere à participação de lâmina de folha verde na MS do perfil das pastagens de gramíneas podem estar relacionados aos efeitos da espécie, do cultivar e do estágio de crescimento e/ou de desenvolvimento das plantas, bem como do manejo imposto na pastagem e do N do solo disponível para absorção nas raízes das plantas.

TABELA 9 – Concentração na massa seca de lâmina de folha verde no perfil da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Avaliação						Média
	4/12/2000	5/1/2001	2/2/2001	3/3/2001	5/4/2001	2/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)	(g.kg ⁻¹ de MS)						
Zero	520	480	460	360	350	340	414
Zero	490	470	480	370	300	330	403
200	410	460	460	410	340	320	415
200	490	480	450	420	330	310	414
400	480	480	440	390	350	370	416
400	470	440	450	360	320	340	393
600	490	430	420	380	330	370	397
600	480	450	400	420	360	410	415

As médias da contribuição de lâmina de folha verde à MS mostradas na Tabela 9, se comparadas às reportadas nos trabalhos com capim Milheto (Lupatini, 1995) e com capim Elefante anão (Setelich, 1999) são inferiores.

Verifica-se na Tabela 9 que, com o avanço da estação de crescimento, a participação do componente lâmina de folha verde decresceu em todas unidades experimentais. Vasta literatura comprova o decréscimo da participação das lâminas de

folhas na estrutura das espécies de gramíneas tropicais usadas em pastagens com o avanço da estação de crescimento.

Na Tabela 10 estão mostradas a equação de regressão, o coeficiente de determinação e o nível de probabilidade da concentração dos componentes bainha verde + colmo verde e de forragem morta. A participação na MS do componente morfológico bainha verde + colmo verde se elevou no perfil da pastagem com o aumento das adubações com N. Diferentemente, houve redução da concentração de forragem morta nas pastagens com as maiores quantidades aplicadas de N. Pela equação de regressão da Tabela 10 verifica-se que o valor mínimo e máximo da participação do componente morfológico bainha verde + colmo verde foi, respectivamente, de 312 e 349 g.kg⁻¹ de MS. De acordo com a equação de regressão as doses de N zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram, respectivamente, valores de concentração de forragem morta de 277; 267; 256 e 245 g.kg⁻¹ de MS. Os valores da contribuição à MS das variáveis bainha verde + colmo verde e de forragem morta, nas diferentes épocas de avaliação, assim como os seus valores médios, podem ser examinados no Anexo 13.

TABELA 10 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade da concentração na massa seca no perfil do pasto dos componentes morfológicos bainha verde + colmo verde e de forragem morta, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Variável	Equação de regressão	(R^2)	P(p<0)
Bainha verde + colmo verde (g.kg ⁻¹)	$Y=311,55 + 0,0628X$	0,67	0,0082
Forragem Morta (g.kg ⁻¹)	$Y=277,4 - 0,054X$	0,85	0,0007

O comportamento diferenciado e linear das variáveis mostrado na Tabela 10 pode ser explicado em função da interação dos efeitos causados pelo aumento das doses de N nas características da pastagem, principalmente na MF (Figura 3), na MLFV (Figura 4) e ao IAF mantido nas pastagens (Figura 5). Vários estudos comprovam que o IAF influencia as principais características estruturais das comunidades de plantas das pastagens, tal como está demonstrado na Figura 1 (Chapman e Lemaire, 1993; Lemaire e Chapman 1996). Sabe-se que em pastagens manejadas com IAF elevado a penetração da luz solar na base das plantas é dificultada, sendo que a taxa de mortalidade dos perfilhos mais jovens e o comprimento das bainhas verdes são aumentados. Nessas situações, proporção considerável da forragem produzida na estrutura das plantas é perdida devido ao sombreamento, a senescência e quedas das folhas para o solo. Isso determina a predominância de colmos e de bainhas verdes nas camadas mais inferiores da estrutura das

plantas. Estudos demonstraram que pastagens mantidas com níveis de altura elevados ou com montantes de MF relativamente altos, as camadas inferiores das estruturas dos perfilhos são formadas quase que somente de colmos e de forragem morta, que por sua vez apresentam na composição dos seus tecidos concentração de MS (massa por unidade de volume de espaço ocupado) mais elevada, se comparadas aquelas das camadas intermediárias e superiores (Hodgson, 1990; Setelich, 1999; Heringer e Moojen, 2002). Nas pastagens de capim Tanzânia os colmos amarelecidos e/ou com os entre-nós alongados começam a surgir em maior proporção apenas ao final do verão e no início do outono (final do período vegetativo). Volenec e Nelson (1983) observaram que o incremento das aplicações de N resultou em pequenas reduções da TSF. Redução da TSF por folha no presente trabalho foi observada nas pastagens das mais altas doses de N (Tabela 19). Cada um desses fatores citados apresentou certamente papel no comportamento das variáveis da Tabela 10.

É conveniente ressaltar que o experimento foi iniciado no mês de dezembro, praticamente dois meses após o “começo” da estação de crescimento na região Noroeste do Paraná. Provavelmente a contribuição dos componentes morfológicos bainha verde, colmo verde e forragem morta à MS das pastagens seriam pouco mais baixas com a antecipação do início do período experimental para o mês de outubro. Pelo visto o efeito das mais altas aplicações de N na MF, mantendo-se o nível de altura do pasto entre 50 a 60 cm, dá-se também por intermédio de alterações da concentração dos componentes morfológicos.

4.1.2 PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO E DE SOLO COBERTO DE LITEIRA

Na Tabela 11 estão mostrados os dados de solo descoberto por época de avaliação e na média. Não foi observada relação funcional ($P > 0,05$) entre as diferentes doses de N aplicadas nas pastagens com a percentagem de solo descoberto, quando os modelos linear e quadrático foram testados (Anexo 8). Os resultados médios de solo descoberto foram muito baixos e variaram de 3,2 a 3,9%.

Os baixos valores percentuais de solo descoberto devem ser atribuídos às altas quantidades de MF (Figura 3), de MLFV (Figura 4), ao IAF (Figura 5) e aos níveis impostos de altura nas pastagens (Anexo 3) usando-se ajustes da densidade de lotação animal. O presente trabalho vem demonstrar que pastagens de capim Tanzânia bem estabelecidas, mantidas em níveis de altura entre 50 a 60 cm e fertilizadas na estação de crescimento dos

dois anos anteriores, adubadas ou não com N, apresentam áreas reduzidas com solo desnudo.

TABELA 11 – Percentagem de solo descoberto na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Avaliação						Média
	4/12/2000	5/1/2001	2/2/2001	3/3/2001	5/4/2001	2/5/2001	
 (%)						
Zero	3,6	4,1	3,2	3,3	4,7	4,3	3,9
Zero	4,1	3,3	3,8	4,4	4,2	1,9	3,7
200	2,5	2,7	2,8	5,3	3,2	3,6	3,4
200	3,2	4,8	3,5	2,1	4,7	5,4	3,9
400	3,9	3,7	3,8	4,5	2,9	3,0	3,7
400	4,6	4,1	3,6	2,9	4,4	3,8	3,9
600	3,1	2,7	3,4	4,4	2,6	2,5	3,2
600	4,5	2,1	4,5	3,1	3,6	1,2	3,2

Experimentos conduzidos precedentemente nesta área experimental (Cecato *et al.*, 2001; do Canto *et al.*, 2002a), em que níveis de altura de pasto próximos de 60 cm foram impostos, determinaram igualmente baixos valores percentuais de solo descoberto. Nas regiões tropicais no decurso das estações da primavera e do verão é comum a ocorrência de chuvas de alta intensidade durante curtos intervalos de tempo. Deffune *et al.* (1995) mostraram que as chuvas com alta intensidade, na região do Município de Maringá, acontecem em sua maior parte no final do verão, no outono e no início da primavera. Portanto, é de enorme importância que áreas com solo desnudo sejam mantidas em muito baixas proporções nas pastagens, pois sendo assim o impacto das gotas de chuva sobre o solo e os riscos de erosão e de degradação são reduzidos.

A Tabela 12 apresenta os dados de solo coberto de liteira avaliados durante o período experimental, bem como os valores médios desta variável. No Anexo 8 pode-se verificar que não houve influência ($P>0,05$) das doses de N na percentagem de solo coberto de liteira. As médias de solo coberto de liteira nas pastagens variaram de 2,5 a 3,9%.

Conforme está apresentado na Tabela 12 percentuais baixos de solo coberto de liteira ao longo do período experimental foram constatados em todas as pastagens experimentais.

TABELA 12 – Percentagem de solo coberto de liteira na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Avaliação						Média
	4/12/2000	5/1/2001	2/2/2001	3/3/2001	5/4/2001	2/5/2001	
 (%)						
Zero	3,0	3,3	5,7	2,2	1,8	1,0	2,9
Zero	5,6	2,3	4,3	1,7	3,2	5,4	3,4
200	4,6	4,7	2,8	1,7	3,6	5,3	3,6
200	2,1	3,7	4,8	6,3	2,1	3,3	3,9
400	2,1	1,5	0,7	2,3	4,6	2,2	2,3
400	5,3	2,9	3,4	5,2	1,2	2,9	3,3
600	3,6	4,4	2,8	3,9	3,2	4,1	3,6
600	2,1	1,5	3,2	0,8	4,5	2,5	2,5

4.1.3 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA

Os resultados da participação dos dois cultivares de *Panicum maximum* e do capim Estrela na composição botânica da pastagem estão relacionados na Tabela 13, sendo expressos com base na concentração da MS. A análise da variância indicou que as distintas doses de N não influenciou ($P>0,05$) a composição botânica das pastagens avaliadas (Anexo 8).

Com relação ao capim Tanzânia verifica-se pela Tabela 13 que, na média, a participação deste cultivar foi superior a 890 g.kg⁻¹ de MS em todas as unidades experimentais. O valor médio da participação do capim Estrela nas pastagens experimentais variou de 48 a 80 g.kg⁻¹ de MS. A participação na MS do cultivar Colômbio em todas unidades experimentais foi muito reduzida. A participação média na MS do capim Colômbio variou de 2 a 25 g.kg⁻¹ de MS.

É necessário registrar que a constatação de outras plantas, além das de capim Tanzânia, não têm relação com os tratamentos de N investigados. Os exemplares de capim Colômbio, quase sempre observados entremeados nas touceiras de capim Tanzânia e muito poucas vezes em touceiras exclusivas podem ter sido provocados por duas possíveis causas. Tais seriam, no passado a gleba da qual faz parte a área experimental após ter sido desflorestada foi estabelecida com uma pastagem de capim Colômbio. Nos anos seguintes foi utilizada com lavouras permanentes de café e de cana de açúcar. Posteriormente foi

usada com lavouras temporárias de grãos no verão e no inverno em sucessão, sendo por vezes utilizada também com pastagens de aveia no inverno, até a semeadura do capim Tanzânia, conforme informações do proprietário. As poucas plantas de capim Colonião seriam, então, devidas às sementes deste cultivar que permaneceram viáveis no banco de sementes do solo. A outra possível causa seria a presença de pequenas quantidades de sementes desse cultivar trazidas misturadas nas embalagens das sementes adquiridas de capim Tanzânia por ocasião do estabelecimento da área experimental.

TABELA 13 – Participação na massa seca do capim Tanzânia, do capim Estrela e do capim Colonião, da composição botânica da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
..... (g.kg ⁻¹ de MS)								
Avaliação 4/12/2000								
Capim Tanzânia	920	870	880	930	950	910	950	860
Capim Colonião	0	20	40	20	0	30	20	10
Capim Estrela	80	110	80	50	50	60	30	130
Avaliação 5/1/2001								
Capim Tanzânia	930	890	960	880	930	930	870	930
Capim Colonião	0	20	20	30	30	20	20	20
Capim Estrela	70	90	20	90	40	50	110	50
Avaliação 2/2/2001								
Capim Tanzânia	890	930	930	840	920	900	890	950
Capim Colonião	0	0	20	40	10	30	30	20
Capim Estrela	110	70	50	120	70	70	80	30
Avaliação 3/3/2001								
Capim Tanzânia	930	940	900	930	930	920	900	960
Capim Colonião	10	10	30	10	0	0	20	20
Capim Estrela	60	50	70	60	70	80	80	20
Avaliação 5/4/2001								
Capim Tanzânia	910	880	880	900	930	940	900	930
Capim Colonião	0	30	10	30	10	20	40	30
Capim Estrela	90	90	110	70	60	40	60	40
Avaliação 2/5/2001								
Capim Tanzânia	940	940	950	950	880	880	920	910
Capim Colonião	0	30	20	10	10	30	0	30
Capim Estrela	60	30	30	40	110	90	80	60
Média								
Capim Tanzânia	918	908	916	899	925	917	900	930
Capim Colonião	2	18	22	25	11	20	24	22
Capim Estrela	80	74	62	76	64	63	76	48

Plantas de capim Estrela foram constatadas quase que somente nas áreas próximas dos reservatórios de água usados como bebedouros, conforme descrito previamente, exceto em uma das pastagens da quantidade nula de N. No presente trabalho os animais permaneceram grande parte do dia nas áreas contíguas aos reservatórios de água, sendo estes os locais escolhidos pelos animais para o descanso, a ruminação e o ócio. As altas densidades de lotação animal instantâneas causaram excessivo pisoteio dessas áreas e isto ocorreu desde o início do experimento. Por essa razão nas áreas próximas dos reservatórios de água foi quase que inexistente a presença de touceiras ou mesmo de plantas esparsas de capim Tanzânia.

Um outro fator que contribuiu para o domínio do capim Estrela nas cercanias dos reservatórios de água foi o avanço desta espécie estolonífera nos dois anos que antecederam o presente experimento. Uma pastagem dessa espécie do gênero *Cynodon* faz divisa com a área experimental, sendo que os locais com os reservatórios de água dos piquetes estão localizados de modo adjacente a esta pastagem.

De maneira geral é pouco provável que plantas de capim Tanzânia possam persistir em locais ocupados por extensos períodos com densidades de lotação animal extremamente altas. Cabe observar que as plantas de capim Estrela foram também consumidas pelos animais, pois se notou visualmente que estas foram pastejadas.

4.1.4 TAXA DE ACÚMULO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE MASSA SECA

A taxa de acúmulo de MS apresentou resposta quadrática ao aumento da adubação nitrogenada. A Figura 8 apresenta essa relação. Conforme está mostrado no Anexo 8 os níveis de probabilidade e os coeficientes de determinação obtidos da regressão linear ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,91$) e da regressão quadrática ($P < 0,0003$; $R^2 = 0,95$) da variável taxa de acúmulo de MS, demonstram que ambas regressões apresentaram ajustes elevados com os tratamentos de N. Contudo, a regressão quadrática foi pouco melhor no que se refere ao coeficiente de determinação. Segundo a equação de regressão da Figura 8 as taxas de acúmulo de MS para os tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 76; 113; 138 e 152 kg.ha⁻¹.dia⁻¹. Os dados estimados de taxa de acúmulo de MS, durante o período experimental e na média, estão apresentados no Anexo 14.

O aumento do N disponível nas pastagens elevou o IAF (Figura 5), a TEF (Figura 17), a densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos (Figura 11) e, provavelmente, as taxas fotossintéticas das folhas e da estrutura das plantas, sendo estes

os fatores mais importantes que simultaneamente devem ter determinado o aumento da taxa de acúmulo de MS. Além disso, alterações na distribuição dos produtos assimilados da fotossíntese entre as raízes, os colmos e folhas para o crescimento da parte aérea das plantas podem, ao mesmo tempo, ter contribuído também para o comportamento curvilíneo da taxa de acúmulo de MS observado.

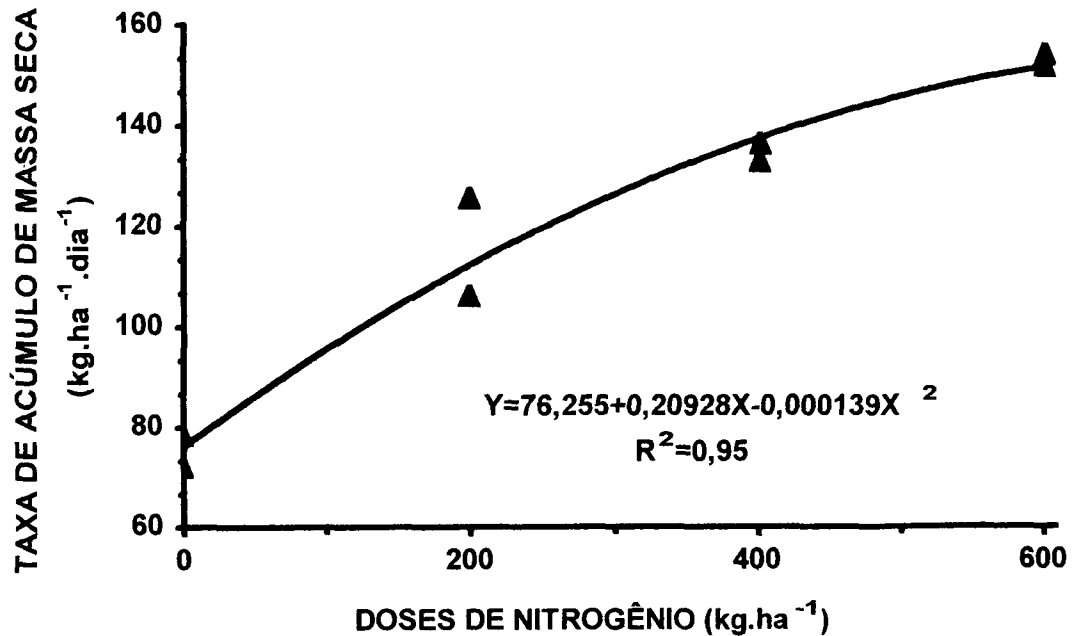


FIGURA 8 – Taxa de acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Gastal e Bélanger (1993) mostraram que a adubação nitrogenada melhora o rendimento de MS das pastagens e isto ocorreria principalmente devido a maior rapidez do desenvolvimento da área foliar e aumento da interceptação de luz. Eles mostraram também que simultaneamente ocorre aumento da fotossíntese bruta da estrutura dos perfilhos como resposta ao aumento da adubação de N. Embora a taxa fotossintética da estrutura dos perfilhos não tenha sido estimada, pode-se inferir que o aumento da concentração de PB (teor de N x 6,25) das amostras colhidas da metade superior da parte aérea das plantas (Figura 12), em grande parte compostas por lâminas de folhas verdes, tenha ao mesmo tempo ocasionado aumento das taxas fotossintéticas nas folhas das plantas das pastagens das mais altas doses de N. Correlação elevada entre a fotossíntese com a concentração de N na estrutura e principalmente nas lâminas de folhas das gramíneas, em função do

aumento da adubação de N são freqüentes na literatura (Robson e Parsons, 1978; Grindlay, 1997). Alteração da repartição da MS entre o sistema radical e a parte aérea das plantas de gramíneas é observada quando doses de N em pastagens são aumentadas (Robson e Deacon, 1978; Whitehead, 1995; Lemaire e Chapman, 1996).

Lugão (2001), autora citada outras vezes, em experimento de pastejo conduzido em solo arenoso da Região Noroeste do Paraná verificou, para os cinco ciclos de pastejo estudados, semelhantemente comportamento quadrático da taxa de acúmulo de MS com o aumento das adubações de N. A quantidade mais alta de N testada no experimento de pastejo realizado por Lugão (2001) foi de 450 kg.ha⁻¹. Ao compararmos os resultados desse trabalho de taxa de acúmulo de MS, com os apresentados na Figura 10, pode-se verificar que a curva de resposta desta variável à adubação nitrogenada desloca-se levemente para baixo. Pela equação de regressão da Figura 8 constata-se que, se a quantidade de N de 450 kg.ha⁻¹ fosse utilizada a taxa de acúmulo de MS que seria obtida é de 142 kg.ha⁻¹.dia⁻¹. Esse valor é quase que equivalente ao reportado por Lugão (2001) com a quantidade de 450 kg.ha⁻¹ de N. É sabido que a resposta da taxa de acúmulo de MS ao N apresenta influência de vários fatores, como os referentes ao solo (propriedades químicas, físicas e biológicas), características da pastagem, das condições de clima predominantes e ainda da duração do período experimental. Deve ser considerado também que ambos experimentos foram desenvolvidos com oferta de forragem e método de manejo do pastejo distintos, assim como com plantas de genótipos diferentes e que apresentam diferenças no porte, na relação folha/colmo e na distribuição espacial da área foliar, embora pertencentes à mesma espécie. O presente trabalho não abrangeu os meses de outubro e novembro. Um outro fator que pode também ter influenciado a taxa de acúmulo de MS foi o baixo teor de zinco do solo (Tabela 5). Conquanto tenha sido realizada aplicação de três kg.ha⁻¹ de zinco é de se esperar que esta quantidade não tenha ainda sido suficiente para que as plantas de capim Tanzânia pudessem expressar o seu potencial de crescimento, principalmente nas mais altas doses de adubação de N. Segundo Reuter *et al.* (1982) os mais importantes efeitos da deficiência de zinco em trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.) são a redução do tamanho das folhas, do rendimento de MS e da MS da parte aérea e das raízes.

Diante dos fatores referidos é possível que a resposta potencial da taxa de acúmulo de MS ao N em pastagens de capim Tanzânia, manejadas sob lotação contínua na região Noroeste do Paraná, possa ser obtida em doses de N mais altas em relação às investigadas. Vários estudos de pastejo em regiões tropicais, ao longo dos anos conduzidos em espécies de gramíneas de ciclo C₄ e com alguns dos cultivares de *Panicum maximum*,

mostraram que a extensão do período favorável ao crescimento pode influenciar positivamente a resposta da taxa de acúmulo de MS à aplicação de N.

No presente trabalho as plantas amostradas nas gaiolas de exclusão do pastejo, visando determinar uma das quantidades de MS usadas no cálculo da taxa de acúmulo de MS foram cortadas em intervalos de tempo aproximadamente mensais. Em virtude disso, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro foi observado que, nas gaiolas de exclusão das pastagens das mais elevadas doses de N as plantas de capim Tanzânia apresentavam altura e IAF muito elevados e parte expressiva dos colmos com entre-nós alongados. Nos meses de janeiro e fevereiro a maior parte dos espaços do interior das gaiolas foram quase que totalmente preenchidos pela parte aérea das plantas de capim Tanzânia. Nas situações em que o IAF é mantido em valores já elevados, em pastagens de azevém perene manejadas sob lotação contínua, Parsons *et al.* (1984) verificaram aumento ainda maior do IAF e redução da densidade de perfilhos nos locais amostrados dentro das gaiolas de exclusão do pastejo, se comparados àqueles mantidos nas áreas sob pastejo da pastagem. Conforme os autores as alterações do IAF e do tamanho dos perfilhos nas áreas excluídas do pastejo podem, nessas situações, superestimar a taxa de acúmulo de MS. Pastagens mantidas na faixa de IAF máximo podem ainda aumentar a taxa de acúmulo de MS por intermédio do acúmulo de MS em partes não foliares da planta (Brougham, 1958). Os efeitos nas estruturas das plantas no interior das gaiolas indicam que a taxa de acúmulo de MS verificada pode ter sido superestimada, portanto com valores inferiores aos mostrados na Figura 8.

É amplamente reconhecido que durante a estação de crescimento das pastagens das regiões tropicais e subtropicais, sem períodos de stress de água, que o N eleva substancialmente a taxa de acúmulo de MS de pastagens de *Panicum maximum* bem adubadas. Isso tem sido evidenciado em estudos de pastejo com alguns dos cultivares de *Panicum maximum* conduzidos no Estado de São Paulo e na região Noroeste do Paraná.

Os resultados observados de taxa de acúmulo de MS foram inferiores aos obtidos com o cultivar Tobiatã por Teixeira (1998), que observou taxa de acúmulo de MS de 256 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ usando a quantidade de N de 430 kg.ha⁻¹. Perin (2003) em experimento conduzido no Noroeste do Paraná avaliou situações de alturas de pasto na mistura de capim Tanzânia e *Arachis pintoi*, utilizada sob regime de lotação contínua e adubada com 100 kg.ha⁻¹ de N. Nesse estudo de pastejo os resultados de taxa de acúmulo de MS foram de 124, 150, 175 e 198 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ para as respectivas situações de alturas de pasto avaliadas 20, 40, 60 e 80 cm. Nesta mesma área do presente experimento, porém, na estação de crescimento imediatamente anterior, Cano (2002) observou taxa de acúmulo de MS de 158

kg.ha⁻¹.dia⁻¹ com a pastagem sendo utilizada com nível de altura próximo de 60 cm. No trabalho de Cano (2002) os cortes das plantas amostradas no interior das gaiolas de exclusão do pastejo foram a intervalos de 28 dias, sendo usada adubação de 250 kg.ha⁻¹ de N.

A partir do mês de abril a taxa de acúmulo de MS se reduziu, tal como está demonstrado no Anexo 14. Os valores de taxa de acúmulo de MS correspondentes aos meses de janeiro e fevereiro foram superiores a 215 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ nas pastagens do tratamento de 600 kg.ha⁻¹ de N (Anexo 14).

Ainda pelo Anexo 14 verifica-se que no mês de abril, em função da fase reprodutiva da pastagem, a taxa de acúmulo de MS se reduziu de modo marcante. Nos meses de janeiro, fevereiro e março foram observadas as mais altas taxas de acúmulo de MS do período experimental.

A Figura 9 apresenta a relação entre o acúmulo de MS com as doses de N testadas. O acúmulo de MS aumentou de maneira quadrática ($p < 0,0001$) à medida que maior quantidade de N foi aplicada na pastagem. Por meio da equação de regressão se verifica que o acúmulo de MS foi de 11.748; 17.333; 21.207 e 23.368 kg.ha⁻¹ para os tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. O acúmulo de MS observado nos meses deste período experimental e no total das pastagens experimentais pode ser examinado no Anexo 15.

Os fatores que determinaram o comportamento da taxa de acúmulo de MS são os mesmos que ocasionaram o comportamento quadrático do acúmulo de MS, tal como era esperado, pois o acúmulo de MS expressa em um determinado período de tempo o somatório das taxas diárias de acúmulo de MS. O aumento do acúmulo de MS verificado está dentro da variação dos muitos resultados relatados na literatura internacional em experimentos que visaram avaliar respostas do rendimento de MS ao N nas pastagens de gramíneas tropicais (Cooper, 1970; Bogdan, 1977; Dougherty e Rhykerd, 1985; Skerman e Riveros, 1990). Quanto ao resultado de acúmulo de MS observado nas pastagens na ausência da adubação nitrogenada é preciso salientar que, no caso deste período experimental, estes rendimentos de MS relativamente elevados foram obtidos porque adubações de 250 kg.ha⁻¹ de N foram realizadas nas duas estações de crescimento prévias, bem como da fertilidade média a alta natural característica deste solo.

As doses zero, 150, 300 e 450 kg.ha⁻¹ de N do trabalho de Lugão (2001) determinaram acúmulo de MS para o total do período investigado de 5.280; 15.985; 28.851 e de 31.019 kg.ha⁻¹, respectivamente. O rendimento de MS nesse último trabalho na dose nula de N foi muito inferior, pouco menos da metade, daquele mostrado na Figura 9. Os

menores rendimentos de MS obtidos nas pastagens sem adubações de N no trabalho de Lugão (2001) podem ser atribuídos principalmente ao solo de textura muito arenosa e com baixos teores de matéria orgânica, característico da região do Arenito Caiuá em que esse último trabalho foi realizado. Porém, se compararmos os rendimentos de MS observados nos tratamentos com 300 e 450 kg.ha⁻¹ de N do estudo de Lugão (2001), constata-se que estes foram superiores aos verificados nas doses de 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Deve ser ressaltado que este trabalho teve 154 dias de pastejo abrangendo o período de dezembro até o início de maio, ao passo que o estudo de pastejo conduzido por Lugão (2001) perdurou durante 200 dias, pois iniciou em 15 de outubro de 1998 e finalizou em três de maio de 1999.

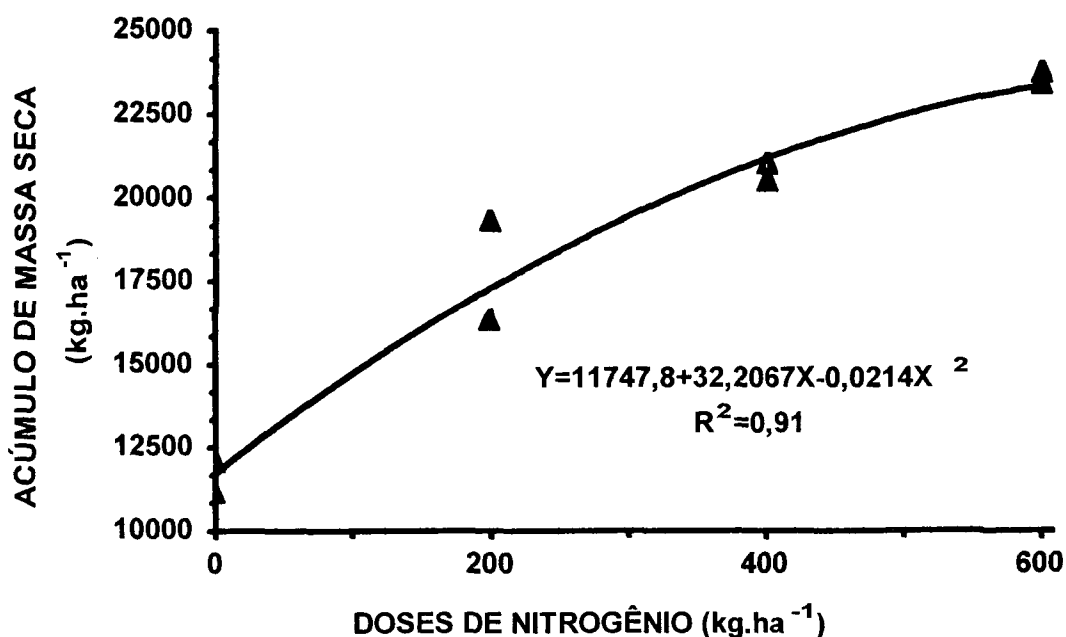


FIGURA 9 – Acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

4.1.5 PERFILHAMENTO

4.1.5.1 Massa seca de perfilho

Os dados de MS individual de perfilho estimados durante o período experimental e os seus valores médios podem ser examinados na Tabela 14. Não houve diferença

significativa ($P>0,05$) entre os valores de MS por perfilho nos distintos tratamentos de adubação de N (Anexo 8). A Tabela 14 mostra que os valores médios de tamanho de perfilho, expressos com base na MS por perfilho, variaram de 0,69 a 0,78 g por perfilho.

TABELA 14 – Massa seca de perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Avaliação					Média
	14/12/2000	16/1/2001	9/2/2001	7/3/2001	12/4/2001	
	(g.perfilho ⁻¹)					
Zero	0,62	0,67	0,71	0,75	0,68	0,69
Zero	0,63	0,69	0,71	0,84	0,81	0,74
200	0,68	0,70	0,72	0,81	0,93	0,78
200	0,67	0,74	0,83	0,84	0,64	0,74
400	0,63	0,68	0,72	0,79	0,76	0,72
400	0,68	0,66	0,71	0,76	0,88	0,74
600	0,67	0,60	0,68	0,71	0,87	0,71
600	0,64	0,72	0,64	0,85	0,75	0,76

É importante assinalar a grande diferença no tamanho dos perfilhos notada durante as amostragens. Entretanto, no caso do presente trabalho, a variabilidade do tamanho dos perfilhos foi praticamente desconsiderada. Como descrito previamente, os perfilhos coletados na pastagem foram àqueles representativos do tamanho médio da população de perfilhos no momento em que a amostragem era realizada. Conforme exposto por Setelich (1999) em seu trabalho, fertilizações com distintas quantidades de N nas pastagens determinam populações de perfilhos altamente heterogêneas. Por outro lado, de acordo com os trabalhos de Grant *et al.* (1981) e Davies *et al.* (1983), o crescimento (aumento da MS) dos perfilhos já existentes é priorizado nas situações em que as plantas se encontram submetidas à severa competição por luz. Acresce a isso o fato de que os perfilhos com estatura muito pequena e de pouca idade apresentam geralmente elevada taxa de mortalidade e baixa MS por indivíduo, bem como taxa de crescimento muito lenta (Ong, 1978; Ong *et al.*, 1978).

O perfilho é a unidade básica de crescimento das gramíneas. O crescimento da forragem é produto do crescimento do perfilho e da densidade de perfilhos por unidade de área (Bircham e Hodgson, 1983; Hodgson, 1990; Mazzanti *et al.*, 1994). Na literatura,

quantidades distintas de N aplicadas em pastagens tem usualmente pouco ou nenhum efeito na MS individual de perfilhos. Setelich (1999) não obteve aumento do tamanho dos perfilhos ao aumentar a quantidade utilizada de N na pastagem. Os resultados da Tabela 14 não estão de acordo com os relatados por Wilman e Pearse (1984) e Premazzi *et al.* (2003), que verificaram elevação da MS por perfilho com o aumento da dose de N.

Entretanto, de acordo com Parsons e Chapman (2000), diferentes espécies de gramíneas, quando submetidas a um mesmo manejo podem adotar distintas combinações de tamanho e no número de perfilhos por unidade de área. No estudo de Mazzanti *et al.* (1994), em que uma quantidade considerada ótima de N foi comparada com uma deficiente, observou-se que há mecanismos que determinam ajustes no tamanho e da densidade de perfilhos. Nesse trabalho, na média, o efeito da mais alta aplicação de N aumentou o crescimento da forragem em 39%, sendo que isto foi atribuído ao aumento de 13% na taxa de crescimento por perfilho e da elevação em 21% do número de perfilhos por unidade de área. Quanto ao papel da TEF eles observaram que o efeito da maior aplicação de N aumentou esta variável em 23%, mas este aumento foi em parte compensado pela redução da massa específica de folhas nas pastagens com a maior quantidade de N aplicada.

Outra possível explicação da falta de diferença da MS por perfilho observada neste período experimental, considerando os resultados relatados por Mazzanti *et al.* (1994), no que se referem à taxa de crescimento por perfilho e a massa específica de folhas, é que o método utilizado para amostragem dificilmente seria capaz de detectar reduzidas diferenças de MS por perfilho entre os tratamentos testados devido a natural heterogeneidade das populações de perfilhos.

Admitida a importância da capacidade de compensação referida, mediante os mecanismos de ajustes do tamanho e da densidade de perfilhos, para o caso do presente período experimental e ao que parece, o aumento da quantidade de MF (Figura 3) e do acúmulo de MS (Figura 9) podem estar relacionados ao aumento verificado na densidade de perfilhos basilares (Figuras 10 e 11) e na TEF por perfilho (Figura 17).

Verifica-se na Tabela 14 que com o avanço da estação de crescimento, até o mês de abril, houve acréscimo reduzido da MS por perfilho em todas as pastagens experimentais. Herling *et al.* (1995) demonstraram que com a sucessão dos cortes, espaçados em intervalos de 45 dias, houve redução da MS por perfilho dos cultivares Colômbio e Centenário.

No entanto, os resultados na Tabela 14 mostram que houve elevação dos valores da MS por perfilho com o avanço da estação de crescimento. A razão principal que pode ter determinado o aumento da MS por perfilho com o decorrer do período experimental foi o

alongamento dos entre-nós da base dos colmos dos perfilhos. Ao que tudo indica a discordância dos resultados de comportamento da MS por perfilho com o avanço da estação chuvosa provém, fundamentalmente, das diferenças de manejo utilizado. O experimento conduzido por Herling *et al.* (1995) foi realizado sob condições de corte. A remoção da forragem após os cortes determina o aparecimento, via rebrote, de perfilhos novos e estes apresentam menor idade fisiológica, portanto, com menor MS individual o que os torna mais leves, se comparados aos perfilhos das pastagens manejadas sob condições de lotação contínua. Dependendo do intervalo entre os cortes, perfilhos de gramíneas de parcelas submetidas a cortes freqüentes normalmente apresentam menor longevidade de vida devido aos cortes, em comparação aos mantidos em pastagens sob lotação contínua. Além do mais, de acordo com Whitehead (1995) adubações nitrogenadas podem prolongar a vida dos perfilhos de gramíneas.

4.1.5.2 Densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares reprodutivos e densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos.

Na Figura 10 pode-se observar que a relação das doses de N aplicadas com a densidade de perfilhos basilares vegetativos foi quadrática ($P < 0,0028$). No Anexo 8 está mostrado que a regressão linear apresentou também ajuste elevado ($R^2 = 0,83$) e foi altamente significativa ($P < 0,0011$). As densidades médias de perfilhos basilares vegetativos calculadas de acordo com a equação de regressão da Figura 10 foram de 454; 484; 504 e 512 perfilhos por m^2 nos respectivos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 $kg \cdot ha^{-1}$ de N. Os dados de densidade de perfilhos basilares em estágio vegetativo, conforme a época de avaliação, unidade experimental e na média, estão apresentados no Anexo 16.

Um aspecto importante e que provavelmente influenciou de modo considerável o comportamento curvilíneo da densidade de perfilhos basilares, mostrado nas Figuras 10 e 11, foi o comportamento do IAF (Figura 5). Matthew *et al.* (1999), Lemaire e Chapman (1996) e Lemaire e Agnusdei (1999); entre outros, têm enfatizado que o incremento ou o decréscimo da densidade de perfilhos em pastagens é um dos mais importantes mecanismos para o ajuste e otimização da área foliar da estrutura das plantas. Simon e Lemaire (1987) verificaram em um experimento sob condições de corte que nas situações em que parcelas de *Festuca arundinacea* seriam manejadas sob lotação intermitente o N aumentaria o número de perfilhos por ha até quando o IAF atingisse valor entre três a quatro. Acima da variação desses valores de IAF ocorreria estabilização da densidade de

perfilhos por unidade de área. No entanto, é importante ressaltar que informações sobre o efeito de aplicações de N nos valores de IAF que determinam em uma curva de resposta o ponto de estabilização do número de perfilhos por unidade de área, especificamente em pastagens de capim Tanzânia, ainda não são disponíveis.

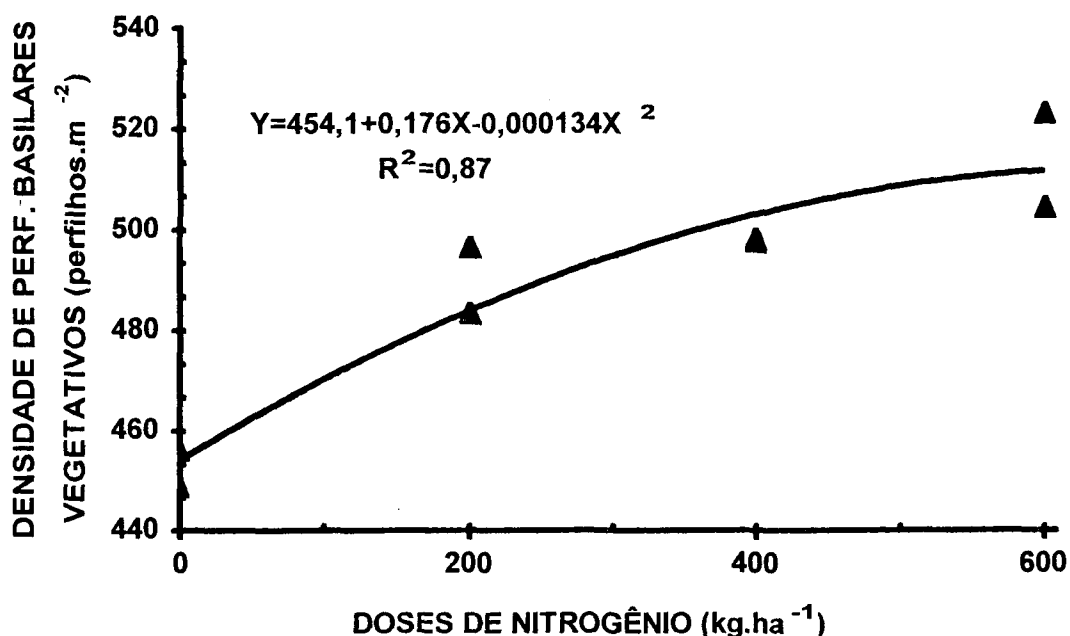


FIGURA 10 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Examinando o efeito do aumento da disponibilidade de N sobre a densidade de perfilhos em pastagens, a partir do relacionamento das variáveis morfogenéticas com as características estruturais das pastagens, Cruz e Boval (1999) mencionaram que as respostas opostas de certas variáveis ao N poderiam parecer contraditórias. Eles exemplificaram que, se a emergência de folhas é pouco afetada pela maior disponibilidade de N, a densidade de perfilhos por unidade de área ou o aparecimento de novos perfilhos originados das gemas axilares das folhas, também não seriam alteradas. Não obstante a pouca ou mesmo a falta de alteração do número de folhas por perfilho (locais potenciais de surgimento de novos perfilhos), segundo esses autores o efeito da maior quantidade de N se manifestaria sobre o aumento do número de perfilhos uma vez que, este nutriente pode aumentar a proporção de perfilhos crescendo nestes locais potenciais. Segundo Lemaire

(1985), citado por Cruz e Boval (1999), o que explica, todavia, esta aparente contradição entre o aumento de N e a TAF é o fato de que, não são todas as gemas axilares que acabam por desenvolver perfilhos, especialmente nas situações em que as pastagens são adubadas com baixas quantidades de N ou então no caso em que estejam crescendo em solos com baixa disponibilidade deste nutriente.

Entretanto, o surgimento de novos perfilhos nas touceiras de plantas de capim Tanzânia dá-se, quase que sempre, na porção basal das plantas e rente ao solo. Barbosa (1998) evidenciou isso para os cultivares Colonião, Mombaça e Tanzânia-1. Sendo assim, pode-se inferir que é muito baixa a taxa de preenchimento dos sítios potenciais "site filling" da estrutura dos perfilhos de capim Tanzânia mantidos sob pastejo em níveis de altura ao redor de 55 cm. Em face disso e ao que tudo indica a menor disponibilidade de N nas pastagens sem aplicações de N e nas que receberam as mais baixas doses deste nutriente ocasionou menor indução e desenvolvimento das gemas localizadas rente ao solo dos perfilhos, mesmo havendo melhoria da penetração de luz, conforme se pode depreender dos valores de IAF constatados (Figura 5).

Por outro lado sabe-se que o crescimento dos perfilhos está continuamente interagindo com a dinâmica imposta pelo pastejo dos animais. A heterogeneidade no espaço das taxas de desfolhas determina áreas na pastagem com variações muito distintas de quantidades de MF (Cid e Brizuela, 1998; Hirata, 2002) e que por sua vez, podem apresentar oscilações nas quantidades de perfilhos por unidade de área.

É amplamente reconhecido que o N aumenta a densidade de perfilhos das pastagens de gramíneas temperadas (Wilman e Pearse, 1984; Mazzanti *et al.*, 1994; Whitehead, 1995) assim como das pastagens com gramíneas tropicais (Mears e Humphreys, 1974; Cruz e Boval, 1999; Setelich, 1999; Premazzi *et al.*, 2003). Especificamente para os cultivares mais usados de *Panicum maximum* no Brasil é sabido que o N apresenta efeitos positivos no perfilhamento por unidade de área (Costa, 1990; Herling *et al.*, 1995; Rodrigues e Reis, 1995; Barbosa, 1998).

A análise da equação de regressão da Figura 10 mostra que, em comparação ao tratamento sem aplicação de fertilizante com N, se verificou aumento de 6,6; 11,0 e de 12,8% no número de perfilhos basilares vegetativos por m², respectivamente nas pastagens das doses de 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N.

Os dados apresentados no Anexo 16, referentes aos valores de densidade de perfilhos basilares vegetativos por m² das pastagens adubadas com N mostram que estes se elevaram a partir do mês de janeiro. Isso aconteceu principalmente como consequência das adubações de N iniciais. Uma provável explicação para o aumento da densidade de

perfilhos vegetativos nas pastagens que não foram adubadas com N, nos meses de março, abril e no início de maio, estaria na redução da frequência e da severidade de desfolha devido a menor carga animal suportada nestas pastagens neste período (Anexo 10). Valores de densidade de perfilhos basilares superiores a 500 perfilhos.m⁻² foi verificado nas pastagens adubadas com N nos meses de janeiro e fevereiro (Anexo 16).

Os valores elevados de densidade de perfilhos basilares vegetativos, observados nas pastagens das mais altas taxas de aplicação de N, são explicados pelo fato de que nas amostragens foram considerados como perfilhos todas aquelas plantas com no mínimo um fitômero, ou seja, os exemplares de perfilho com estatura muito reduzida foram incluídos nas contagens. Uebelle (2002) relatou que nos meses do verão é intensa a renovação de perfilhos jovens (elevadas taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos) em pastagens de capim Mombaça.

A densidade populacional de perfilhos basilares reprodutivos pode ser vista na Tabela 15. No Anexo 8 verifica-se que a densidade de perfilhos basilares que apresentaram inflorescências não apresentou relação ($P>0,05$) com os tratamentos nitrogenados avaliados. Na média, a densidade de perfilhos basilares reprodutivos variou de 4,7 a 6,8 perfilhos.m⁻².

TABELA 15 – Densidade de perfilhos basilares reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Avaliação						Média
	9/12/2000	9/1/2001	12/2/2001	14/3/2001	10/4/2001	8/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)	(perfilhos.m ⁻²)						
Zero	0	0	0	0	25	27	6,1
Zero	0	0	0	0	31	19	6,9
200	0	0	0	0	14	35	4,3
200	0	0	0	0	28	33	7,0
400	0	0	0	0	17	31	4,7
400	0	0	0	0	24	39	6,5
600	0	0	0	0	19	33	5,2
600	0	0	0	0	32	34	7,8

Em pastagens de gramíneas deficientes de N às aplicações de fertilizantes com N freqüentemente aumentam a densidade de plantas que apresentam estruturas reprodutivas

(Nelson e Moser, 1994; Wilkins, 1995; McKenzie, 1998). No entanto, o aumento da densidade de perfilhos em florescimento nas pastagens de gramíneas, em resposta ao aumento das aplicações de N, depende da espécie e do cultivar utilizado, conforme foi demonstrado por Jung *et al.* (1990). Bahmani *et al.* (2001) verificaram significativa interação cultivar x N sobre o desenvolvimento e sobre as densidades de perfilhos florescidos avaliando os cultivares de azevém perene “Grasslands Ruanui” e “Ellett”.

É possível que a taxa de lotação mais elevada das pastagens com as mais altas adubações de N (Figura 23) tenha reduzido, por meio da desfolha, o número de perfilhos por área que apresentavam inflorescências contribuindo para que não fosse constatada diferença da densidade de perfilhos basilares em fase reprodutiva. O consumo de inflorescências por animais em pastagens de gramíneas pode ser elevado (Prache *et al.*, 1998).

Observa-se na Tabela 15 que perfilhos florescidos foram detectados somente no mês de abril e no início de maio. Maior participação de perfilhos reprodutivos em pastagens de gramíneas pode reduzir a qualidade da forragem disponível para os animais em pastejo. Com base na literatura sabe-se que em pastagens tropicais a habilidade dos animais em consumir forragem em estádios reprodutivos pode ser sensivelmente diminuída (Stobbs, 1975).

Como descrito previamente, durante as avaliações da densidade de perfilhos o critério de reconhecimento se estes estavam em estágio reprodutivo ou não foi somente à presença da inflorescência. Perfilhos com entre-nós alongados ou com a estrutura reprodutiva ainda dentro do cartucho da bainha foram considerados como vegetativos. Na primeira amostragem das características estruturais dos perfilhos realizada no mês de fevereiro já se verificou a presença na base das plantas de colmos com entre-nós alongados, porém, em proporções reduzidas. Nas amostragens subsequentes foi constatado que houve aumento gradativo das proporções de perfilhos com colmos apresentando alongamento dos entre-nós.

As alterações nas hastes da estrutura dos perfilhos estão relacionadas e se constituíram provavelmente no principal fator determinante da queda do GMD dos animais em pastejo verificada a partir do mês de março (Tabela 20). A baixa proporção de perfilhos reprodutivos presentes na pastagem é uma importante característica agrônômica, pois esta poderia evitar que os animais em pastejo apresentem desempenho ainda mais reduzido durante o período em que pastagens de capim Tanzânia estão em pleno florescimento.

A relação quadrática ($P < 0,0043$) entre a densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos com o aumento da dose de N aplicada está mostrada na Figura 11.

Examinando-se o Anexo 8 pode-se constatar que a regressão linear apresentou também alto ajuste, considerando-se sua significância ($P < 0,0013$) e o seu coeficiente de determinação ($R^2 = 0,82$). Pela equação de regressão da Figura 11, na ausência da adubação nitrogenada e na dose de 600 kg.ha^{-1} de N as densidades de perfilhos basilares foram, respectivamente, de 461 e de $518 \text{ perfilhos.m}^{-2}$. As doses de 200 e 400 kg.ha^{-1} de N determinaram, respectivamente, densidades de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos de 490 e $509 \text{ perfilhos.m}^{-2}$. Os dados de número de perfilhos basilares vegetativos somados aos basilares reprodutivos, por unidade de área, constam no Anexo 16.

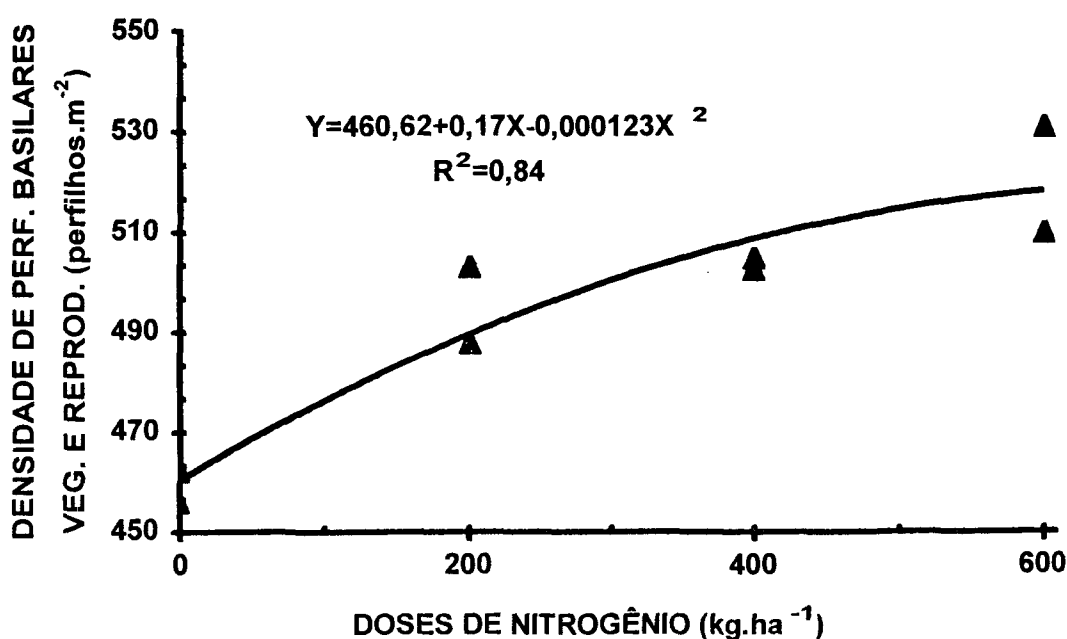


FIGURA 11 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Considerando que a presença de perfilhos basilares florescidos foi constatada somente a partir do mês de abril e ainda em quantidades muito baixas (Tabela 15), se comparadas ao número de perfilhos basilares vegetativos (Figura 10), pode-se afirmar que às densidades populacionais destes últimos determinaram o aumento quadrático da densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos.

As estimativas da densidade populacional de perfilhos vegetativos e reprodutivos verificadas neste experimento de pastejo, nas pastagens adubadas com N, superaram as

registradas nos trabalhos conduzidos anteriormente nesta mesma área experimental por do Canto *et al.* (2002a; 2002b).

Conforme está apresentado no Anexo 16 a densidade de perfilhos basilares permaneceu em valores com relativa pouca variação e sem alterações súbitas durante os meses do período experimental. Segundo Hodgson (1990) no conjunto do período abrangido pela estação de crescimento as populações de perfilhos, em se tratando das pastagens manejadas sob lotação contínua, são relativamente estáveis e normalmente são mantidas em densidades elevadas.

Durante as amostragens notou-se que a quantidade de perfilhos aéreos vegetativos observada foi muito baixa. Por essa razão os valores quantificados dessa variável foram desprezados.

4.1.6 QUALIDADE DA FORRAGEM

4.1.6.1 Proteína bruta

O aumento linear ($P < 0,0005$) da concentração de PB da forragem representativa da qualidade da dieta consumida pelos animais com os tratamentos de N está apresentado na Figura 12. De acordo com a equação de regressão a concentração de PB se elevou de 76 g.kg^{-1} de MS no tratamento sem a adubação nitrogenada para 129 g.kg^{-1} de MS no tratamento da dose de 600 kg.ha^{-1} de N. Nos tratamentos das doses de 200 e de 400 kg.ha^{-1} de N a concentração de PB foi, respectivamente, de 93,9 e $111,4 \text{ g.kg}^{-1}$ de MS. Os dados da concentração de PB das amostras que simularam a desfolha dos animais, avaliados durante o período experimental e os seus valores médios, estão apresentados no Anexo 17.

O aumento da concentração de PB nas lâminas das folhas das gramíneas forrageiras temperadas e tropicais, em resposta ao aumento da quantidade de N utilizada nas pastagens, tem sido amplamente documentado na literatura. De maneira geral, os valores de PB apresentados na Figura 12 são concordantes com os valores relatados nos muitos experimentos que visaram avaliar o efeito de taxas de aplicações de N nas pastagens de gramíneas tropicais. Cabe destacar que a média da concentração de PB do tratamento sem aplicação de N foi de 76 g.kg^{-1} de MS, o que poderia determinar nos animais GMD mais baixo em relação aos observados de 0,835 e de $0,878 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (Tabela 20). A possível explicação para isso reside no fato de que os animais seriam capazes de selecionar as partes das folhas com teores de PB mais elevados do que a média de PB

encontrada nas plantas da pastagem. Entretanto, não se encontrou evidência experimental no tocante a uma possível habilidade dos animais de selecionar as partes das plantas com maiores teores de N, em se tratando de bovinos pastejando gramíneas C₄.

Brâncio *et al.* (2002) no Mato Grosso do Sul, avaliando pastagens dos cultivares de *Panicum maximum* Tanzânia-1, Mombaça e Massai, sob regime de lotação intermitente verificaram que o incremento da adubação de 50 para 100 kg.ha⁻¹ de N, no caso do cultivar Tanzânia-1, elevou levemente os percentuais de PB das folhas do resíduo da pastagem de antes e após o pastejo, nos meses de julho, setembro e novembro.

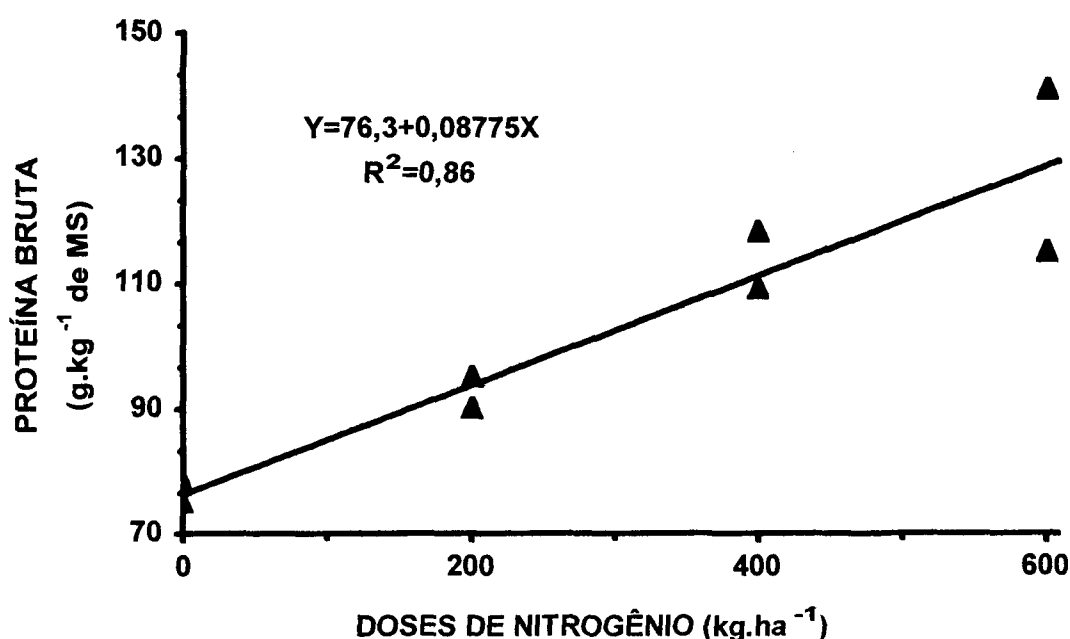


FIGURA 12 – Proteína bruta de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Os dados no Anexo 17 revelam que no mês de dezembro a concentração de PB na MS apresentou valores que podem ser considerados baixos. Tal fato se deve provavelmente ao pouco N disponível no solo para absorção das plantas, pois se verifica que nas avaliações posteriores às adubações com N os valores de PB se elevaram (Anexo 17). Pelo Anexo 17 observa-se ainda que a concentração de PB do mês de abril e no início de maio das pastagens adubadas com 400 kg.ha⁻¹ de N foi superior a 149 g.kg⁻¹ de MS. Já, nas pastagens adubadas com a maior quantidade de N a concentração de PB do mês de abril e do início de maio foi superior a 160 g.kg⁻¹ de MS.

4.1.6.2 Digestibilidade da massa seca

Os dados de digestibilidade "*in vitro*" da MS correspondentes a metade da fração superior da parte aérea das plantas, por unidade experimental e época de avaliação encontram-se listados na Tabela 16. O Anexo 8 mostra que as doses de N não influenciaram ($P>0,05$) a concentração de digestibilidade da forragem "selecionada" pelos animais nas pastagens. Pode-se constatar pela Tabela 16 que, na média, os valores estimados de digestibilidade "*in vitro*" da MS variaram de 625 a 671 g.kg⁻¹. O valor médio obtido de digestibilidade "*in vitro*" da MS considerando todos os tratamentos de N foi de 644 g.kg⁻¹.

TABELA 16 – Digestibilidade "*in Vitro*" da massa seca de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Avaliação						Média
	8/12/2000	7/1/2001	2/2/2001	5/3/2001	3/4/2001	4/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)	(g.kg ⁻¹ de MS)						
Zero	660	658	662	664	610	570	641
Zero	606	685	684	595	615	605	636
200	555	664	701	693	624	596	650
200	680	705	681	687	637	617	671
400	623	635	649	659	679	610	648
400	598	679	627	609	646	622	634
600	621	575	650	621	674	581	625
600	625	661	646	661	629	609	643

Os diversos estudos relativos aos efeitos do N sobre a digestibilidade das forragens revelam que geralmente a digestibilidade "*in vitro*" da MS não é afetada quando taxas mais altas de aplicação de N são utilizadas em pastagens ao longo da estação de crescimento.

Os dados de digestibilidade da MS apresentados na Tabela 16, se comparados com os obtidos por Machado *et al.* (1998), em um experimento realizado sob condições de corte com o capim Tanzânia são inferiores. Euclides (1995) relatou para o capim Tanzânia, um valor de digestibilidade "*in vitro*" da matéria orgânica de 60,5% para o componente folha durante o período das águas. Tal resultado é pouco inferior aos dados de digestibilidade da

MS apresentados na Tabela 16. Pela Tabela 16 constata-se ainda que os valores de digestibilidade da MS permaneceram relativamente estáveis ao longo do período experimental.

É possível que as poucas porções de bainhas removidas ao se proceder ao corte da metade superior da parte aérea dos perfilhos tenha contribuído para que ocorresse leve redução dos valores de digestibilidade da MS.

Os dados médios de PB (Figura 12), exceto os do tratamento da dose nula de N, juntamente com os valores de digestibilidade da MS (Tabela 16) demonstram que em pastagens de capim Tanzânia, manejadas sob regime de lotação contínua, os animais podem selecionar forragem de alta qualidade. Sendo assim, a alta qualidade da dieta selecionada pelos animais em pastejo e juntamente com a adequada oferta de forragem (Figura 26) foram os principais determinantes do elevado desempenho por animal observado nos tratamentos de N testados no presente período experimental (Tabela 20).

4.1.6.3 Fibra detergente neutro

Os valores obtidos de FDN, conforme a data de avaliação e na média, estão relacionados na Tabela 17. Verifica-se pelo Anexo 8 que não houve relação ($P>0,05$) entre a concentração de FDN das amostras coletadas da metade superior das plantas com as adubações de N investigadas. Na média, está mostrado na Tabela 17 que os valores de FDN variaram de 629 a 702 g.kg⁻¹ de MS.

Segundo Whitehead (1995) fertilizações nitrogenadas apresentam geralmente pouco efeito sobre os teores de fibra (material da parede celular) da forragem quando esta é amostrada em intervalos de tempo regulares. Entretanto, é sabido que as informações de concentrações de FDN de forragens na maioria das vezes refere-se a amostras coletadas da planta inteira. Isso significa que pode haver marcante influência da idade fisiológica das folhas e/ou da proporção de colmos. Paciullo (1997) comparando adubações nitrogenadas crescentes em capim Elefante anão cultivar Mott não verificou efeito no teor de FDN das lâminas das folhas de plantas cortadas a 80 e a 120 cm de altura. Os valores percentuais de FDN obtidos nesse trabalho do componente lâmina de folha foram de 66,4 e 68,7%, respectivamente nas alturas de corte de 80 e 120 cm.

Poder-se ia inferir que os percentuais de FDN constatados estariam limitando o consumo potencial de parede celular. Os trabalhos na literatura indicam que valores acima de 60-62% de FDN na forragem poderiam limitar o consumo dos animais. Entretanto, a

aceitação disso pressupõe que a limitação do consumo de forragem seria principalmente regulada por uma demanda energética e pela distensão ruminal. Segundo Mertens (1994) a presença de outras características da fibra, principalmente a sua taxa de digestão são fatores que podem alterar o consumo da parede celular, quando os percentuais de FDN encontram-se acima de 60%.

TABELA 17 – Fibra detergente neutro de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Avaliação						Média
	8/12/2000	7/1/2001	2/2/2001	5/3/2001	3/4/2001	4/5/2001	
	(g.kg ⁻¹ de MS)						
Zero	709	673	670	667	681	661	675
Zero	740	691	710	708	675	680	699
200	740	696	670	679	697	690	692
200	715	678	681	688	671	670	682
400	704	728	717	710	670	670	702
400	732	679	694	707	572	647	667
600	700	737	728	719	662	640	702
600	705	710	691	703	658	674	629

No entanto, muitas evidências experimentais relativamente recentes têm demonstrado que em pastagens fatores outros relacionados à vegetação, que não a composição química das partes das plantas consumidas ou a oferta de forragem imposta, como a estrutura das plantas (Carvalho, 1997; Ungar, 1996) ou ainda relacionados aos próprios animais, como as estratégias de forrageamento (Laca e Demment, 1996), podem na maioria das situações exercer maior influência no consumo de forragem dos animais em pastejo.

4.1.7 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOGÊNICAS DOS PERFILHOS

4.1.7.1 Número de folhas totais, número de folhas vivas, número de folhas maduras, número de folhas senescentes

A relação entre o NFT por perfilho com as doses de N investigadas está apresentada na Figura 13. O NFT por perfilho aumentou linearmente ($P < 0,0075$) à medida que aumentou a quantidade de N aplicada na pastagem. Os valores de NFT por perfilho obtidos pela equação de regressão nas doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 6,4; 6,6; 6,8 e 7,0. Os dados verificados de NFT por perfilho nas unidades experimentais podem ser analisados no Anexo 19.

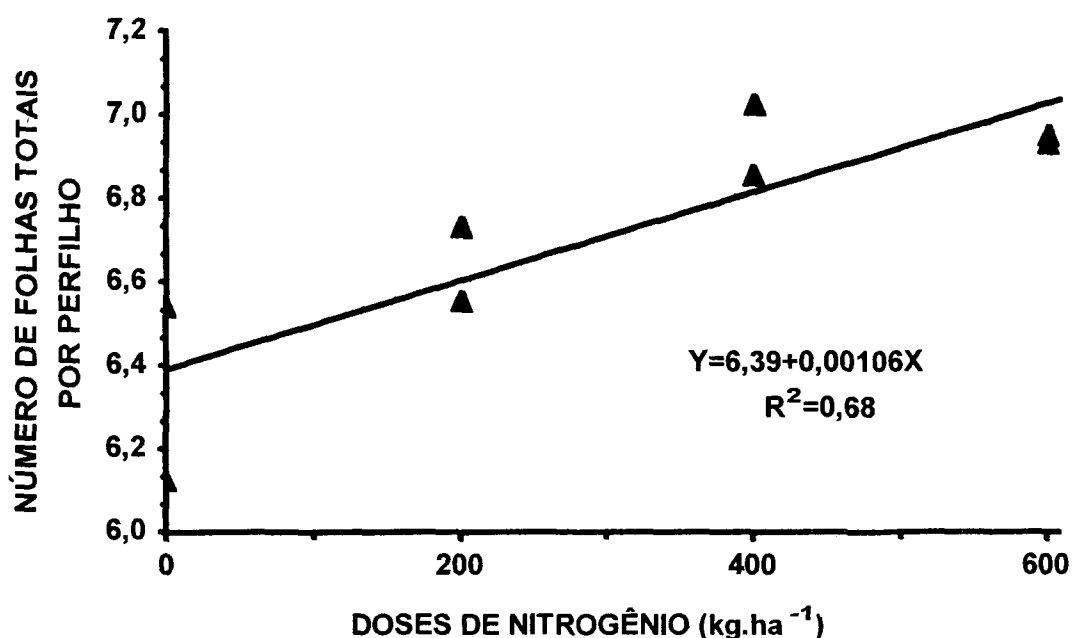


FIGURA 13 – Número de folhas totais por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Van Esbroeck *et al.* (1997) citam que para gramíneas perenes o número de folhas por perfilho é relativamente constante dentro de uma espécie, mas pode variar entre espécies. Resultado no número de folhas por perfilho igual a seis foi relatado para as espécies de gramíneas *Agropyron desertorum* (Fisch.) Schult. e *Pascopyrum smithii* Rybd, (Löve) (Frank e Ries, 1990). Vários experimentos demonstram que perfilhos de azevém perene em pastagens mantidas sob pastejo apresentam nas suas estruturas três folhas. De maneira geral, nas pastagens de azevém perene, os perfilhos que apresentam número superior a três folhas são muito poucos (Whitehead, 1995).

Quantidades elevadas de aplicações de N em forrageiras de inverno na maioria das vezes não resultam em aumento do número de folhas da estrutura do perfilho (Wilman e

Mohamed, 1980; Wilman e Wright, 1983). No estudo conduzido por Wilman *et al.* (1977) com azevém anual o aumento da aplicação de N elevou o número de primórdios foliares por perfilho. No entanto, é importante assinalar que os autores relataram que não houve efeito do aumento da dose de N sobre o NFT por perfilho.

No presente trabalho houve efeito do aumento da dose de N aplicada sobre o NFT por perfilho. Pastagens de capim Tanzânia, se manejadas em níveis de altura ao redor de 55 cm, apresentam perfilhos com estruturas bem mais elevadas do que os perfilhos das forrageiras de inverno anteriormente referidas. Ao que parece, nas mais elevadas estruturas de plantas de pastagens de *Panicum maximum*, manejadas em níveis de altura ao redor de 55 cm, sob regime de lotação contínua e supridas com altas doses de N, permitem que estas apresentem nas estruturas dos perfilhos número de folhas relativamente alto.

Por outro lado, esses fatores ocasionam a mais baixa densidade volumosa de lâminas de folhas verdes das pastagens tropicais e que apresentam estatura elevada, se comparadas as das espécies forrageiras temperadas. O porte relativamente mais elevado das pastagens de capim Tanzânia, mantidas em alturas de pasto entre 50 a 60 cm, em situações de manejo sob regime de lotação contínua, pode melhorar a penetração de luz no interior do dossel das plantas. Deve ser levado em conta que os ciclos de observação em que foram quantificados os valores de NFT por perfilho foram realizados nos dias finais de fevereiro até meados de março, período onde ocorre o final do estágio vegetativo das pastagens de capim Tanzânia no Noroeste do Paraná. Isso provavelmente contribuiu para o aumento dos valores observados neste trabalho do NFT por perfilho.

Efeito quadrático do aumento da adubação de N sobre o NFT por perfilho foi verificado no experimento conduzido por Garcez Neto *et al.* (2002). Nesse trabalho realizado com o cultivar Mombaça, cultivado em vasos em casa de vegetação, foram investigados os efeitos de quatro doses de N (zero, 50, 100 e 200 mg.dm³) e de três alturas de corte (5, 10 e 20 cm). As doses zero, 50, 100 e 200 mg.dm³ de N determinaram no capim Mombaça, respectivamente para estas doses de N, valores médios de NFT por perfilho de 2,9; 4,0; 4,9 e 6,0.

O NFV por perfilho em função das diferentes doses de N avaliadas é mostrado na Figura 14, onde pode ser visto que a regressão quadrática ($P < 0,0054$) apresentou o melhor ajuste para esta relação. Conforme a equação de regressão os valores de NFV por perfilho foram de 5,4; 5,9; 6,2 e 6,3, respectivamente para as pastagens com as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Os valores quantificados de NFV por perfilho, conforme a unidade experimental, podem ser apreciados no Anexo 19.

No tocante ao NFV em perfilhos de pastagens de azevém anual, manejadas em diferentes situações de alturas de pasto (cinco, 10, 15 e 20 cm), Pontes (2001) relatou valores médios por perfilho de duas folhas maduras e de 1,7 folhas em expansão, totalizando para esta espécie valor médio no NFV de 3,7. Cabe ressaltar, que no estudo de pastejo realizado por Pontes (2001) não foi observado efeito dos níveis de altura sobre o NFV por perfilho. O azevém anual é uma espécie de gramínea de inverno que apresenta porte superior em relação ao azevém perene. Marriot *et al.* (1999), trabalhando em pastagens consorciadas de azevém perene e trevo branco, igualmente não verificaram efeito de diferentes níveis de altura e de adubações sobre o NFV da estrutura das plantas destas forrageiras. Diferentemente, nos estudos realizados por Setelich (1999), com capim Elefante anão sob pastejo e por Garcez Neto *et al.* (2002), com capim Mombaça cultivado em vasos sob condições de casa de vegetação, a elevação da dose de N determinou aumento do NFV por perfilho.

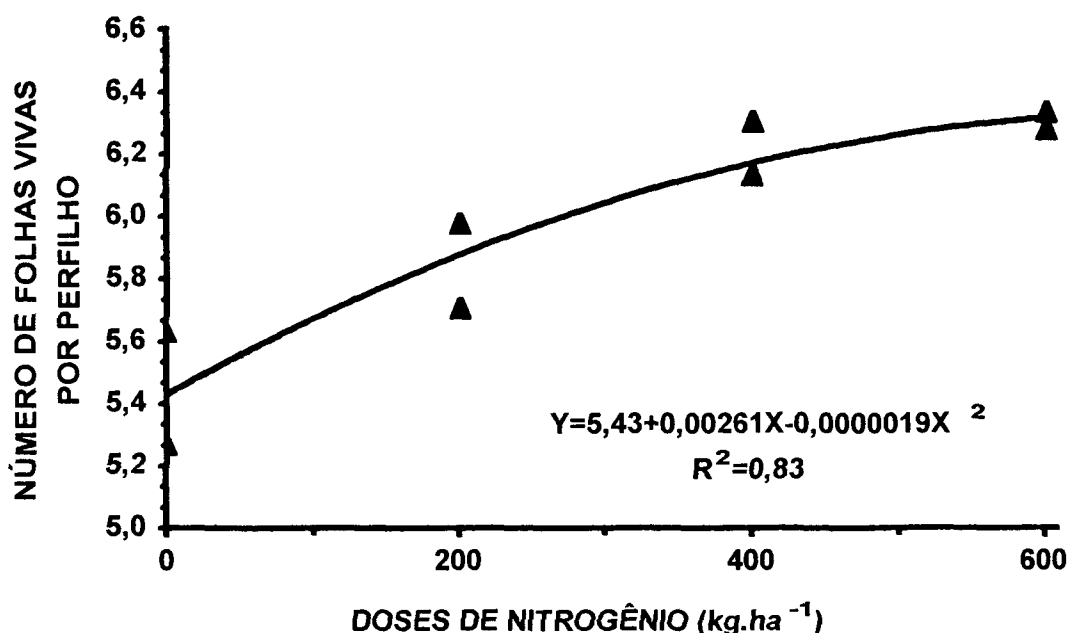


FIGURA 14 – Número de folhas vivas por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

O progressivo aumento do NFV por perfilho influenciou positivamente o IAF (Figura 5) e a taxa de acúmulo de MS (Figura 8). É importante também assinalar que o NFV por perfilho revela o potencial de assimilação de carbono para realização da fotossíntese pela

área foliar da pastagem. Nesse sentido é provável que as pastagens adubadas com as maiores quantidades de N apresentaram maior PAR absorvida.

Considerando os resultados de NFV por perfilho constatados nos tratamentos de 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N, estes foram superiores aos relatados de 4,6 folhas verdes por perfilho com capim Guiné (Pinto, 1993) e de quatro e de seis folhas verdes por perfilho, observados respectivamente com capim Mombaça e com capim Vencedor (Gomide, 1997b).

Os valores de NFT (Figura 13) e de NFV (Figura 14) foram superiores aos reportados por Gomide (1997a, b) em trabalhos conduzidos em vasos em casa de vegetação com capim Tanzânia. Percebe-se que aparentemente a discordância dos resultados encontrados nos trabalhos de Gomide (1997a, b) e Garcez Neto *et al.* (2002) se deve principalmente ao manejo distinto, já que nestes trabalhos as plantas não foram avaliadas sob pastejo. Segundo Wilman e Wright (1983) as plantas no campo aparentemente expressam a resposta ao N aplicado mais em termos de alongamento de lâminas de folhas, em relação ao aumento do número de perfilhos. Os mesmos autores ressaltaram que o contrário ocorreria em plantas de gramíneas cultivadas em vasos de casas de vegetação.

Os valores observados de NFV nos tratamentos de N foram também superiores aos relatados por Carvalho (2002) trabalhando igualmente com capim Tanzânia. Os mais baixos valores de NFV por perfilho obtidos no trabalho realizado por Carvalho (2002), em comparação àqueles mostrados na Figura 14, se devem as baixas alturas de corte usadas por esta autora.

Os tratamentos de adubação de N impostos às pastagens produziram efeito no NFM ($P < 0,0002$) da estrutura do perfilho. A relação quadrática entre o NFM por perfilho com os tratamentos de N está mostrada na Figura 15. Conforme a equação de regressão os tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram respectivamente valores de NFM por perfilho de 4,0; 4,4; 4,7 e 4,8. No Anexo 19 estão apresentados os valores verificados de NFM nas respectivas unidades experimentais.

Wilman e Wright (1983) mencionam, para o caso das gramíneas forrageiras temperadas, que aparentemente a aplicação de N tem pouco ou nenhum efeito sobre o número de folhas expandidas suportada por perfilho. Face aos resultados observados em pastagens de gramíneas temperadas, seria de se esperar uma falta de resposta ao N com a variável NFM por perfilho.

Entretanto, vale observar que trabalhos mais recentes conduzidos com espécies de gramíneas tropicais de porte elevado revelaram que ocorre aumento do NFM por perfilho em resposta as maiores adubações de N (Setelich, 1999; Garcez Neto *et al.*, 2002). A maior disponibilidade de N possivelmente ocasionou o aumento dos primórdios foliares produzidos

no meristema apical elevando o NFM por perfilho das pastagens com as doses mais altas de N.

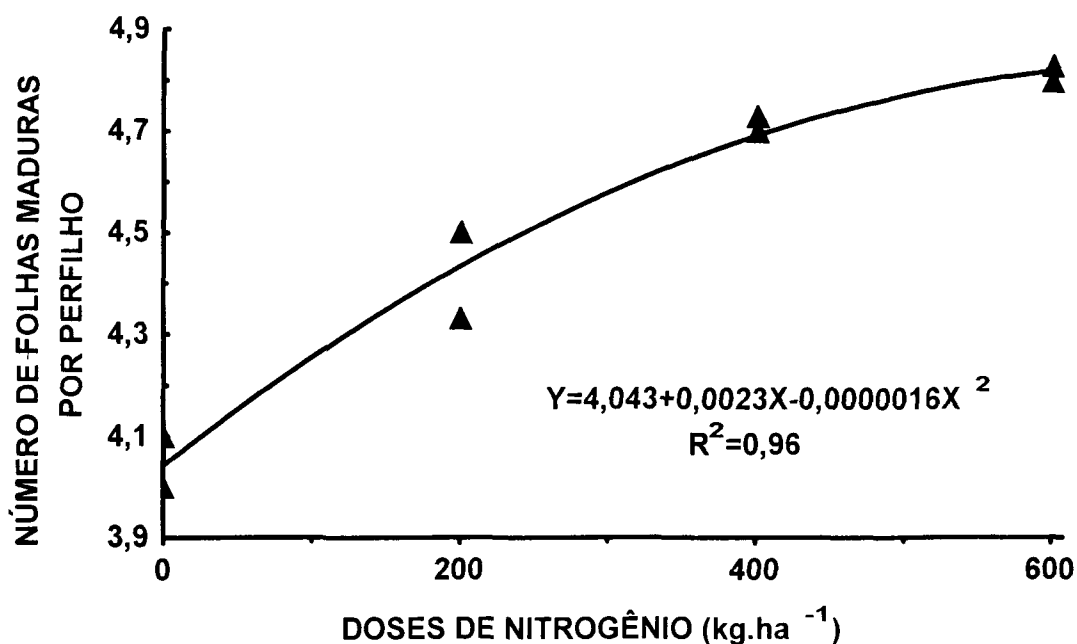


FIGURA 15 – Número de folhas maduras por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

O modelo linear negativo ($P < 0,0002$) foi o que melhor se adequou a relação entre as doses de N investigadas com o NFS por perfilho. A Figura 16 apresenta essa relação. De acordo com a equação de regressão as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N condicionaram respectivamente valores de NFS por perfilho de 0,9; 0,8; 0,7 e 0,6. Os dados verificados de NFS por perfilho nas diferentes unidades experimentais estão mostrados no Anexo 19.

A redução linear do NFS por perfilho, tal como está mostrado na Figura 16, pode em parte ser explicada pela alta proporção de folhas por perfilho que permaneceram intactas nas pastagens das doses mais baixas de N. Deve ser ressaltado que nas pastagens das menores doses de N a carga animal foi mais baixa de modo a manter o nível de altura de pasto ao redor de 60 cm, sendo que isto foi necessário devido as menores densidades de perfilhos (Figura 10) e TEF por perfilho (Figura 17). Laidlaw e Steen (1989) avaliando pastagens de azevém perene e trevo branco adubadas com N e em níveis similares de intensidade de pastejo (quantidades de MF similares), verificaram que a dose de 60 kg.ha⁻¹

de N, em comparação a de 360 kg.ha⁻¹ de N, causou na pastagem mais alta proporção de folhas por perfilho não desfolhadas e ainda maior TSF por perfilho.

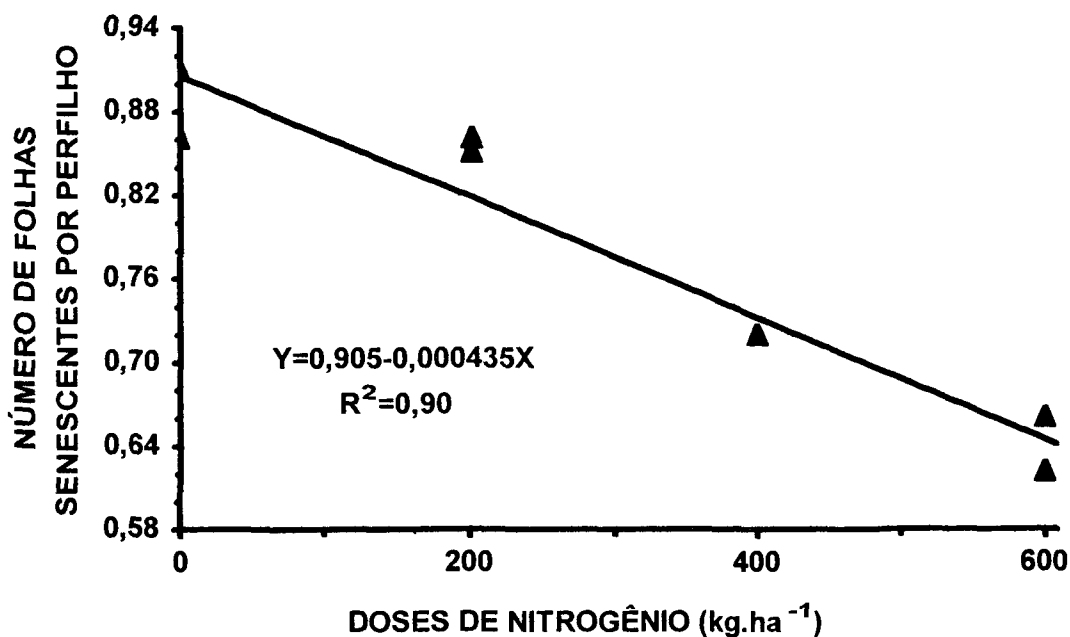


FIGURA 16 – Número de folhas senescentes por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

4.1.7.2 Comprimento de lâmina de folha expandida, lâmina verde total, número de folhas em expansão e massa seca específica de folha

A equação de regressão, o coeficiente de determinação e o nível de probabilidade das relações entre as variáveis CLFE e LVT dos perfilhos com os tratamentos de N estão na Tabela 18. A análise do Anexo 18 revela que houve efeito ($P < 0,05$) das doses de N no CLFE e no comprimento de LVT. Pela Tabela 18 pode ser observado que a relação da variável CLFE com as doses de N apresentou ajuste mais satisfatório no modelo quadrático. De acordo com a regressão quadrática mostrada na Tabela 18 os tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N condicionaram na estrutura do perfilho respectivamente valores de CLFE de 23,6; 25,4; 26,7 e 27,5 cm. A análise da Tabela 18 evidencia também que a regressão linear apresentou ajuste melhor em comparação a regressão quadrática (Anexo 18), no caso da relação entre a LVT com os tratamentos de N. Conforme a equação de regressão linear nos respectivos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de

N foram obtidos valores no comprimento de LVT de 79,7; 91,5; 103,2 e de 115,0 cm. Os dados médios de CLFE e de LVT avaliados nas unidades experimentais podem ser examinados no Anexo 19.

TABELA 18 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis comprimento de lâmina de folha expandida (CLFE) e lâmina verde total (LVT), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Variável	Equação de regressão	(R^2)	P(p<0)
CLFE (cm)	$Y=23,58 + 0,0105X - 0,0000065X^2$	0,94	0,0004
LVT (cm)	$Y=79,717 + 0,058775X$	0,92	0,0001

A elevação dos valores obtidos no CLFE e no comprimento de LVT explica o comportamento da variável IAF mostrado na Figura 5. Pode-se afirmar que os valores de CLFE e de LVT determinaram nas camadas superiores da estrutura das plantas das pastagens adubadas com as mais altas doses de N espaçamentos mais adensados e melhorias na interceptação de luz.

A análise da variância indicou que não houve efeito ($P>0,05$) (Anexo 18) das doses de N no NFE e sobre a MSEF. No Anexo 19 podem ser examinados os valores obtidos por unidade experimental e nos diferentes tratamentos de N da variável NFE por perfilho e da variável MSEF. Os dados médios de NFE por perfilho e de MSEF verificados nos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 1,4; 1,4; 1,5 e 1,5 e de 6,0; 6,7; 6,7 e 6,6 mg.cm⁻¹.

A ausência de efeito positivo do aumento da dose de N sobre o NFE em cada perfilho era esperada. Autores como Robson *et al.* (1988) mencionaram que o NFE por perfilho trata-se de uma característica relativamente constante para uma dada espécie de gramínea. Os valores obtidos de NFE por perfilho são inferiores aqueles reportados por Setelich (1999) em capim Elefante anão, onde foram verificados valores de NFE, considerando-se a média das duas estações de pastejo avaliadas, de 2,65; 2,60; 2,45 e de 2,70, respectivamente nas doses zero, 250, 500 e 750 kg.ha⁻¹ de N. Vale observar que nesse experimento de pastejo similarmente não houve efeito das doses de N sobre o NFE por perfilho.

No que concerne aos efeitos do N sobre a MSEF, os resultados usualmente indicam que ocorre leve redução dos seus valores à medida que aumenta a taxa de aplicação de N (Wilman e Wright, 1983; Whitehead, 1995; Setelich, 1999). Aparentemente uma explicação plausível para a falta de efeito das doses de N sobre a MSEF no presente trabalho estaria

na variabilidade das amostras coletadas na pastagem. A literatura mostra que diferenças de MSEF de gramíneas de inverno adubadas com distintas doses de N normalmente são muito reduzidas (Whitehead, 1995).

4.1.7.3 Taxa de expansão foliar, taxa de senescência foliar, taxa de aparecimento de folha, tempo de vida da folha, filocrono e tempo de duração da elongação

O modelo quadrático ($P < 0,0009$) apresentou ajuste mais satisfatório para o caso da TEF por perfilho com as doses de N investigadas. A relação está apresentada na Figura 17. Os valores de TEF por perfilho calculados pela equação de regressão da Figura 17 para as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 0,129; 0,195; 0,243 e 0,271 mm.°C⁻¹. Deve ser assinalado que a regressão linear entre a TEF por perfilho expressa em mm.°C⁻¹ com as doses de N apresentou também ajuste satisfatório ($R^2 = 0,89$) e elevado nível de probabilidade ($P < 0,0002$), tal como está apresentado no Anexo 18. Os dados médios avaliados de TEF por perfilho dos ciclos de observação, conforme o tratamento e unidade experimental, estão mostrados no Anexo 19.

Efeitos similares foram destacados por vários autores, entre estes, Whitehead (1995), Cruz e Boval (1999), Lemaire (1999), Lemaire e Agnusdei (1999), Setelich (1999), Whitehead (2000), Garcez Neto *et al.* (2002) e Duru e Ducrocq (2000). Os efeitos do N no aumento da zona de elongação e sobre os processos de crescimento das lâminas das folhas das gramíneas forrageiras C₃ foram discutidos por Nelson (1996).

Parece plausível afirmar que principalmente o aumento da TEF por perfilho e o incremento do número de perfilhos basilares vegetativos por ha (Figura 10) se constituem nos mecanismos que permitem as altas respostas de rendimento de MS às adubações nitrogenadas em pastagens de capim Tanzânia. As doses de 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram, em relação à quantidade nula de N, respectivamente aumentos de 51,2; 88,4 e 110,1% na TEF por perfilho.

O rendimento de forragem pode ser dividido em dois componentes, o número de perfilhos por unidade de área e o rendimento individual de cada perfilho. Pesquisas têm demonstrado que esta última característica de forrageiras apresenta alta correlação com uma rápida TEF (Jones *et al.*, 1979; Volenec e Nelson, 1983). Os valores de TEF obtidos por perfilho permitiram que parcela expressiva da forragem disponível e produzida durante a estação de crescimento fosse composta do componente lâmina de folha verde.

Deve ser considerado que os ciclos de observação em que a expansão foliar foi avaliada foram realizados somente a partir do final de fevereiro até meados de março, portanto em época próxima ao final da estação de crescimento. Isso indica que no mês de janeiro e também na maior parte de fevereiro provavelmente a expansão das lâminas das folhas nos perfilhos apresentou valores superiores àqueles mostrados na Figura 17.

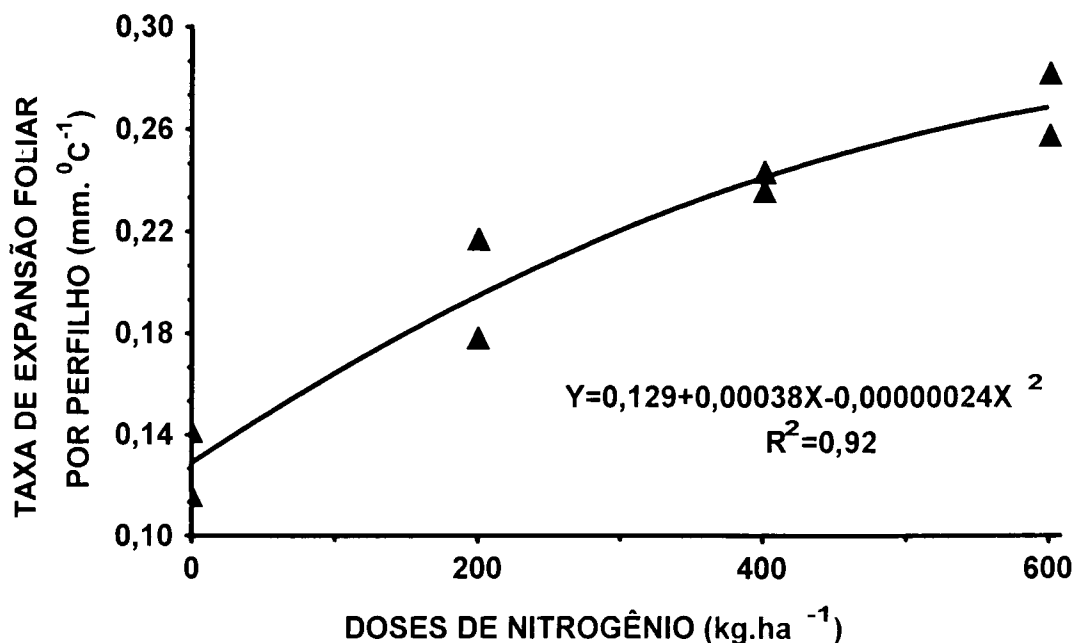


FIGURA 17 – Taxa de expansão foliar por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

A Figura 18 apresenta a relação entre a TSF por perfilho com as diferentes doses de N aplicadas nas pastagens. Pode-se constatar que a regressão linear negativa ($P < 0,0001$) apresentou o melhor ajuste para essa relação (Anexo 18). Segundo a equação de regressão os valores de TSF por perfilho das pastagens adubadas com as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 0,0103; 0,0085; 0,0067 e 0,0050 mm.°C⁻¹. Os dados de TSF por perfilho, conforme o tratamento e unidade experimental, estão apresentados no Anexo 19.

É sabido que o padrão de senescência de folhas no dossel das pastagens, especialmente naquelas das espécies de gramíneas tropicais que apresentam estrutura elevada, exerce efeito significativo sobre o desenvolvimento do rendimento de forragem e da

sua qualidade. Entretanto, para o caso deste período experimental é provável que a maior TSF por perfilho, observada nas pastagens com as menores doses de N não influenciou a qualidade da forragem consumida pelos animais.

Redução da TSF por perfilho em resposta ao aumento do suprimento de N foi igualmente constatada no experimento de pastejo de Laidlaw e Steen (1989).

Parcela do aumento da TSF por perfilho nas pastagens das quantidades mais baixas de N foi devido à alta proporção de folhas do perfilho que permaneceram sem a desfolha dos animais. A baixa TSF por perfilho influenciou o resultado médio referente ao NFS por perfilho mostrado na Figura 16.

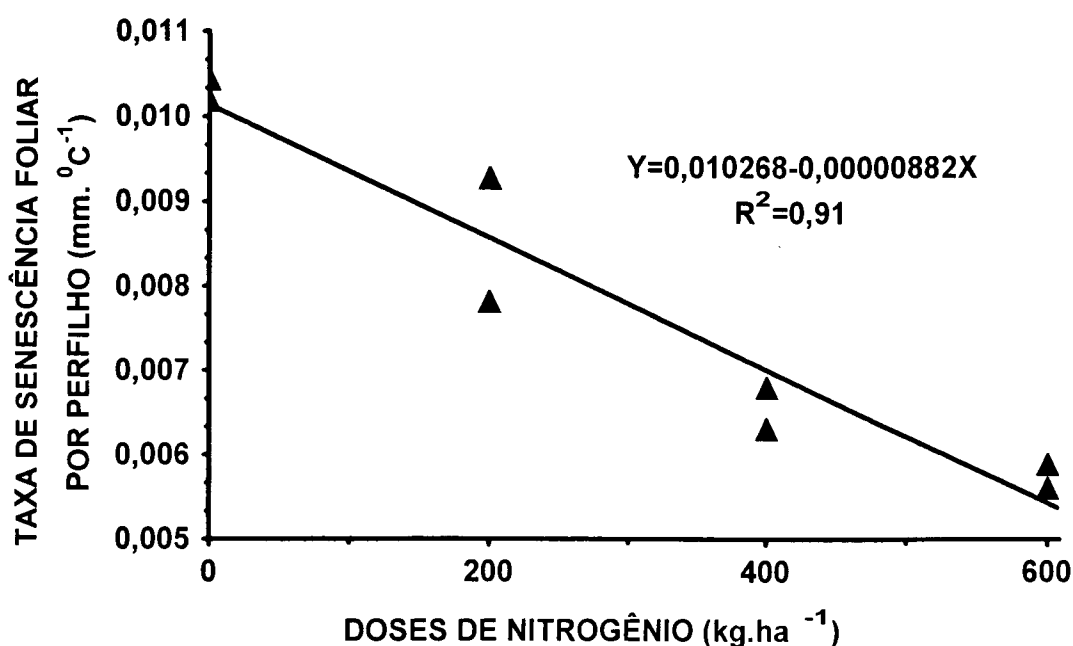


FIGURA 18 – Taxa de senescência foliar por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

A relação entre a TAF com as diferentes doses de N usadas nas pastagens está mostrada na Figura 19. A TAF expressa em número por dia apresentou comportamento quadrático ($P < 0,0051$) com o aumento da taxa de aplicação de N. No Anexo 18 está mostrado que o modelo linear apresentou também alto ajuste ($R^2 = 0,81$) e elevado nível de probabilidade ($P < 0,0014$). De acordo com a equação de regressão da Figura 19 os tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram respectivamente

valores de TAF de 0,088; 0,121; 0,144 e de 0,155 folhas por dia. Os dados verificados de TAF conforme a unidade experimental podem ser examinados no Anexo 19.

Geralmente o aumento da fertilização de N apresenta pouco efeito sobre a TAF. Isso tem sido observado em muitos dos experimento realizados com as gramíneas forrageiras de inverno consideradas de maior importância. Somente em condições severas de deficiência de N foi verificado efeito do aumento de suprimento deste nutriente sobre a TAF. Entretanto, nos trabalhos conduzidos com espécies tropicais e que também apresentam porte elevado, como os de Setelich (1999) em capim Elefante anão sob pastejo e de Garcez Neto *et al.* (2002) com capim Mombaça submetido a cortes em vasos em casa de vegetação, foi observado efeito do N sobre a TAF.

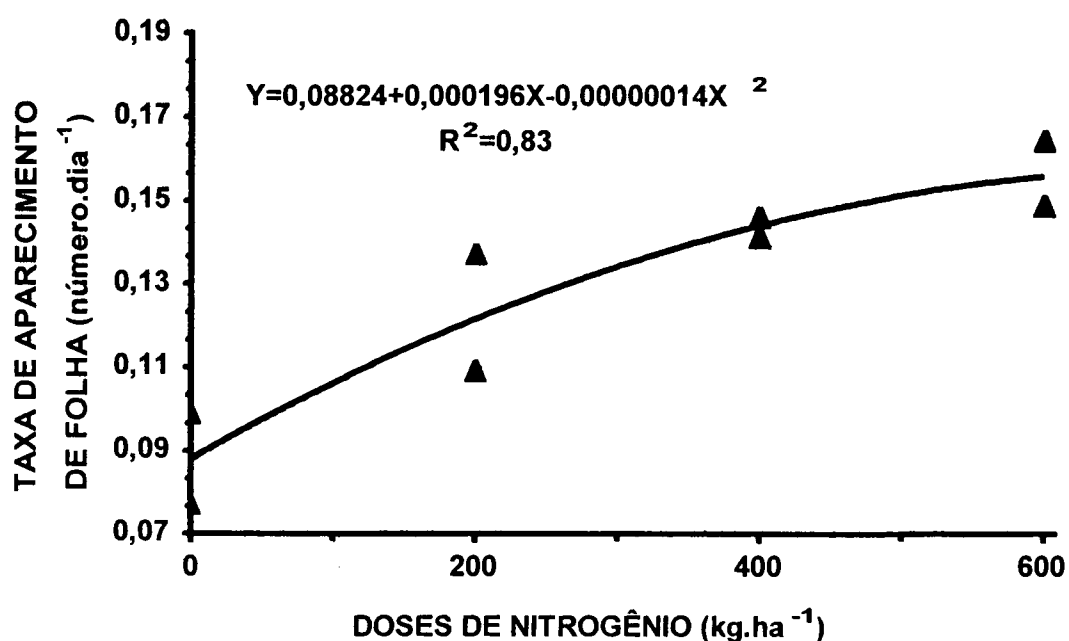


FIGURA 19 – Taxa de aparecimento de folhas por perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

O aumento da dose de N influenciou o tempo de vida das folhas ($P>0,0001$), tal como está apresentado na Figura 20. A longevidade de vida das folhas aumentou linearmente à medida que maior foi a quantidade de N aplicada na pastagem. Os tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram, conforme a equação de regressão da Figura 20, respectivamente valores de tempo de vida das folhas de 28,9; 35,8;

42,6 e de 49,4 dias. Os resultados verificados de tempo de vida das folhas, conforme o tratamento e por pastagem experimental, estão apresentados no anexo 19.

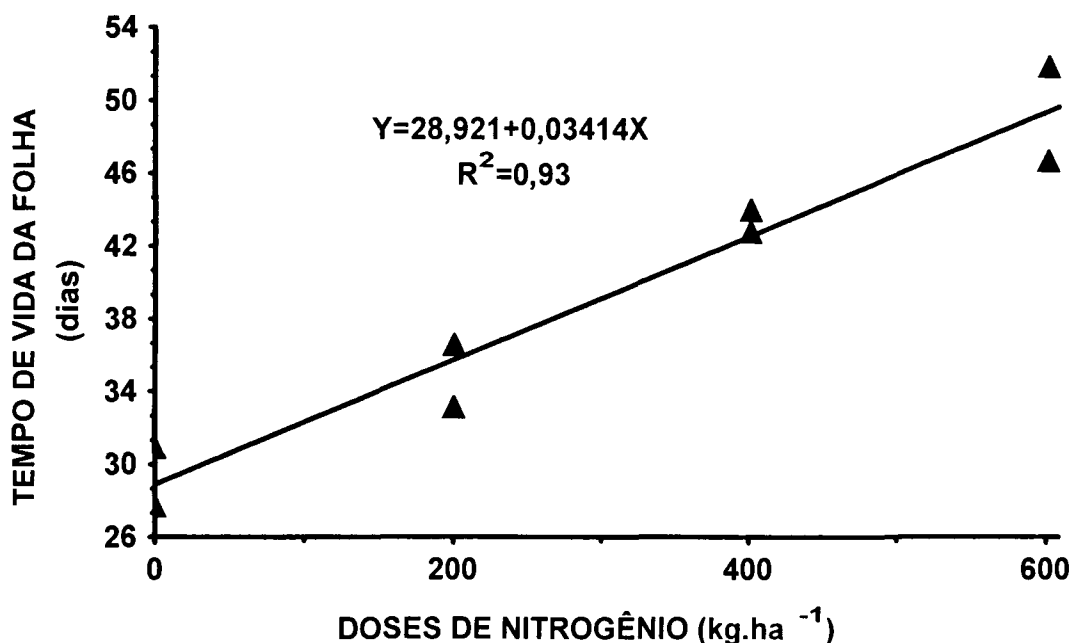


FIGURA 20 – Tempo de vida da folha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Lemaire e Chapman (1996) chamam a atenção de que a longevidade de vida das folhas é somente levemente reduzida em situações de deficiência de N em pastagens. Todavia no presente trabalho se verificou que o aumento da fertilização de N elevou sobremodo a longevidade de vida das folhas na pastagem.

Os dados da duração da vida das folhas ajustados pela equação de regressão mostram que a dose de 400 kg.ha⁻¹ de N aumentou em quase 50% o tempo de vida das folhas, em relação à quantidade nula de N. Quanto à dose de 600 kg.ha⁻¹ de N, o valor calculado de 49,4 dias pela equação de regressão da Figura 20 revela que a longevidade de vida das folhas na pastagem apresentou aumento de 70%, se comparado aquele de 28,9 dias do tratamento sem à adubação de N.

O aumento expressivo da longevidade das folhas na pastagem ocasionado pela maior quantidade de N aplicada na pastagem foi determinante para o comportamento das variáveis NFV por perfilho (Figura 14) e TSF por perfilho (Figura 18). Da mesma forma, o aumento da longevidade de vida das folhas observada nas pastagens com as mais altas

doses de N influenciou positivamente o NFT por perfilho (Figura 13) e o NFM por perfilho (Figura 15). Lemaire e Agnusdei (1999) afirmaram que o aumento da duração do tempo de vida das folhas das forrageiras exerce influência sobre o NFT da estrutura do perfilho.

No presente experimento o resultado observado com a variável tempo de vida das folhas influenciou a capacidade da pastagem em acumular MS de folhas vivas. Em consequência disso, o rendimento de MS das pastagens com as mais altas doses de N aumentou de modo quadrático, conforme está demonstrado na Figura 9. Segundo Lemaire e Chapman (1996) o conhecimento da longevidade de vida das folhas das diferentes espécies forrageiras é importante para o eficiente manejo de pastagens, pois esta variável determina em grande parte a proporção e a quantidade da forragem produzida e que poderia ser efetivamente cortada em um programa de manejo de pastagens.

Resultados muito similares aos mostrados na Figura 20 foram reportados por Garcez Neto *et al.* (2002), porém constatados com capim Mombaça. Nesse trabalho os autores citaram que a duração média de vida das folhas desse cultivar variou de 31 dias (311 graus.dia) no tratamento sem à aplicação de N e com o corte realizado a 5 cm, sendo de até quase 48 dias (480 graus.dia) no tratamento do suprimento de 200 mg.dm⁻³ de N e altura de corte a 20 cm. A média da duração de vida das folhas do capim Mombaça, considerando as alturas de corte e as quantidades de N testadas, foi de 38 dias ou de 386 graus.dia.

O Anexo 18 demonstra que ambos modelos linear ($P < 0,0064$; $R^2 = 0,69$) e quadrático ($P < 0,0104$; $R^2 = 0,77$) foram altamente significativos e com ajustes satisfatórios à relação do filocrono com os tratamentos de adubação de N. A opção pelo modelo quadrático foi devido ao seu melhor coeficiente de determinação, em comparação aquele observado com a regressão quadrática. A regressão quadrática entre o filocrono com as doses de N pode ser analisada na Figura 21. Os valores de filocrono calculados pela equação de regressão nas doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 11,5; 8,4; 6,8 e 6,5 dias por folha. No Anexo 19 estão apresentados os valores de filocrono quantificados conforme o tratamento e unidade experimental.

Os resultados do filocrono das pastagens das doses de 400 e de 600 kg.ha⁻¹ de N são inferiores aqueles obtidos com o cultivar Mombaça no trabalho de Garcez Neto *et al.* (2002). Os valores do filocrono verificados nesse trabalho foram de 16, 12, 9 e de 8 dias por folha, respectivamente nas doses zero, 50, 100 e 200 mg.dm³ de N. Esses valores se equívalem a valores de filocrono de 173, 125, 94 e de 80 graus.dia por folha. Os valores de filocrono expressos em dias por folha no presente experimento de pastejo são concordantes e próximos daqueles relatados por Setelich (1999). No entanto, se comparados com o valor médio de filocrono de 4,5 dias por folha, verificado no mês de fevereiro no estudo de pastejo

de Pinto *et al.* (2001), os valores mostrados na Figura 21 são mais baixos. Nesse experimento pastagens de capim Tifton 85 foram avaliadas em diferentes situações de alturas de pasto (5, 10, 15 e 20 cm), sob regime de lotação contínua e utilizando-se ovinos.

Por outro lado, é importante ressaltar que variações do meio ambiente podem ocasionar alterações da taxa de aparecimento de folhas e nos valores de filocrono (Lemaire e Chapman, 1996), bem como o estágio de crescimento das plantas (Van Esbroeck *et al.*, 1997).

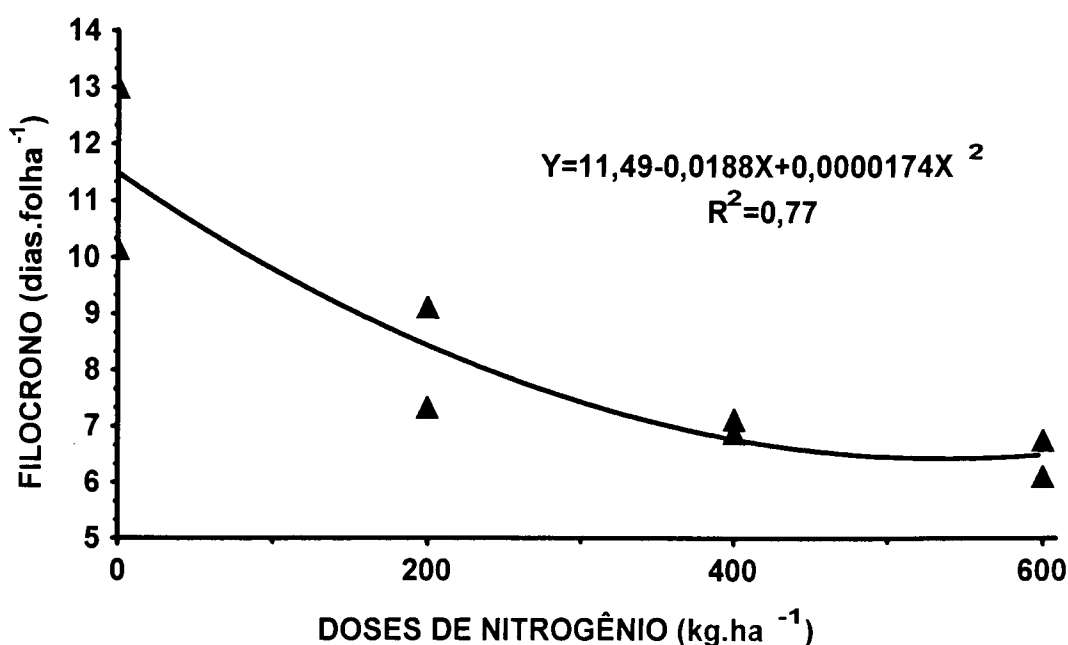


FIGURA 21 – Filocrono na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Conforme mostrado na revisão realizada por Mathew *et al.* (2001), o filocrono pode também ser utilizado para analisar o aparecimento em seqüência das raízes das gramíneas, o que possibilitaria uma visão integrada dos processos de desenvolvimento clonal deste tipo de planta.

O TDA das folhas na pastagem sob o efeito das doses de N está apresentado na Figura 22. A relação entre as variáveis se ajustou melhor ao modelo quadrático ($P<0,0016$), conforme está mostrado no Anexo 18. Os resultados de TDA calculados segundo a regressão quadrática da Figura 22, respectivamente para as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N, foram de 15,8; 11,2; 10,0 e de 9,7 dias. Os resultados do período de duração

da elongação das folhas em dias das unidades experimentais estão apresentados no Anexo 19.

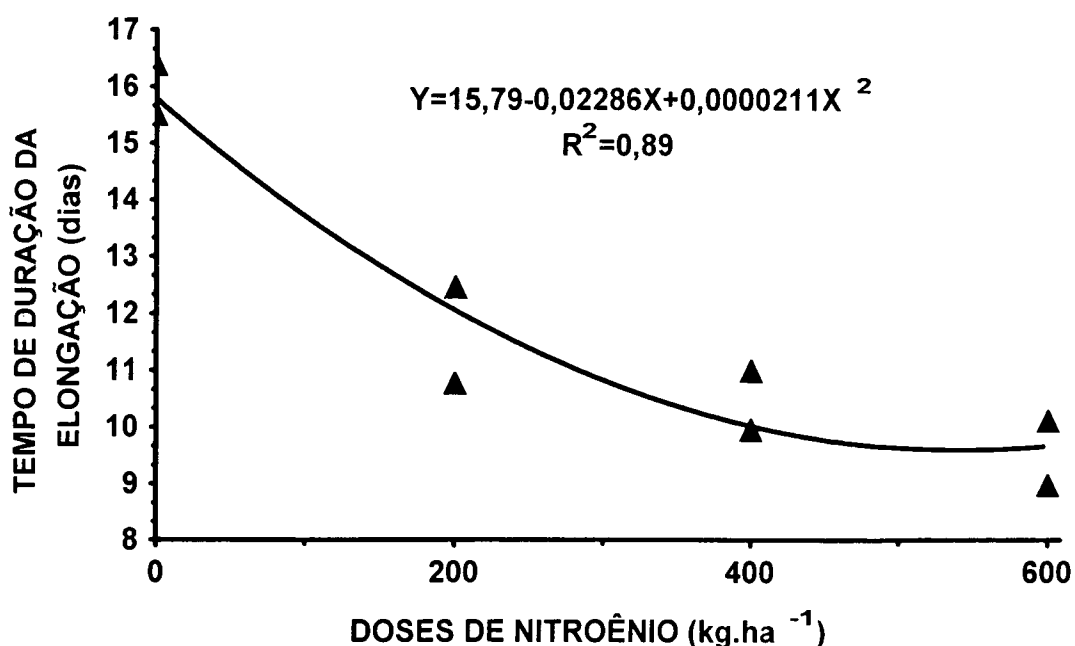


FIGURA 22 – Tempo de duração da elongação da folha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

O comportamento do TDA da folha no presente trabalho está relacionado ao comportamento da variável CLFE (Tabela 18). Duru e Ducrocq (2000b) evidenciaram que, para um dado teor de N na estrutura das plantas de *Dactylis glomerata* L., a duração do crescimento da lâmina da folha e o seu comprimento a maturidade, estão altamente relacionados.

A relação entre os tratamentos de N estudados com as variáveis TEF por folha e por perfilho e TSF por folha e por perfilho podem ser analisadas na Tabela 19. Os dados das variáveis apresentadas na Tabela 19, conforme a dose de N e unidade experimental, constam no Anexo 19.

As equações de regressão da Tabela 19 mostram que nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N a TEF por folha, expressa em mm.°C⁻¹ e em mm.dia⁻¹, foram respectivamente de 0,094; 0,136; 0,164 e 0,181 mm.°C⁻¹ e de 14,9; 21,48; 26,1 e 28,8

mm.dia⁻¹. Os resultados observados de TEF por perfilho, expressos em mm.dia⁻¹, nessas mesmas doses de N avaliadas foram, respectivamente de 20,7; 31,0; 38,4 e 42,8.

A equação de regressão da Tabela 19 mostra que houve decréscimo linear nos valores de TSF por folha, expressos em mm.°C⁻¹. As doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram respectivamente nas pastagens valores de TSF por perfilho de 0,0117; 0,0103; 0,0089 e 0,0075 mm.°C⁻¹.

TABELA 19 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R²) e nível de probabilidade das variáveis morfogênicas taxa de expansão foliar (TEF) por folha e taxa de senescência foliar (TSF) por folha, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Variável	Equação de regressão	(R ²)	P(p<0)
TEF por folha (mm.°C ⁻¹)	Y=0,094+0,000235X+0,00000015X ²	0,92	0,0008
TEF por folha (mm.dia ⁻¹)	Y=14,96+0,0374X-0,000024X ²	0,92	0,0007
TEF por perf. (mm.dia ⁻¹)	Y=20,7+0,059X-0,000037X ²	0,91	0,001
TSF por folha (mm.°C ⁻¹)	Y=0,0117-0,000007X	0,91	0,0001

O aumento da TEF por folha observada nas pastagens com as doses mais elevadas de N está relacionada a maior disponibilidade de N para a zona de crescimento das lâminas de folhas. De acordo com Nelson (1996) o aumento da TEF foliar em resposta ao N é uma decorrência da entrada de N nas zonas de crescimento da lâmina da folha que apresentam rápida produção de novas células. Ainda segundo esse pesquisador nessas áreas o N pode ser acumulado em concentrações de até 80 g.kg⁻¹ de MS. Posteriormente, à medida que ocorre o alongamento das células da zona de crescimento da lâmina da folha ocorreria rápido decréscimo da concentração de N nas células.

O incremento da TSF por folha, observado nas pastagens das baixas doses de N, aparentemente está associado a maior mobilização e distribuição de N para as células próximas do mesófilo para o desenvolvimento de proteínas fotossintéticas, localizadas principalmente nas lâminas das folhas da camada superior da estrutura do perfilho.

4.1.8 RESPOSTA ANIMAL

4.1.8.1 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada

Os dados referentes ao GMD verificado nas pastagens com os tourinhos da raça Nelore estão listados na Tabela 20. O aumento da dose de N não exerceu influência ($P>0,05$) no desempenho por animal (Anexo 9). Pela Tabela 22 verifica-se que a variação observada no GMD dos tourinhos foi de 0,800 a 0,906 kg.animal⁻¹.dia⁻¹.

TABELA 20 – Ganho médio diário de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por período de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Período de avaliação					Média
	4/12/2000 a	5/1/2001 a	3/2/2001 a	1/3/2001 a	2/4/2001 a	
	5/1/2001	3/2/2001	1/3/2001	2/4/2001	7/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)	(kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹)					
Zero	0,990	1,069	1,000	0,646	0,608	0,835
Zero	0,958	1,069	1,049	0,740	0,706	0,878
200	1,031	0,965	0,904	0,725	0,447	0,803
200	1,175	1,034	0,970	0,750	0,547	0,857
400	1,050	1,103	1,096	0,743	0,659	0,906
400	1,056	1,055	0,837	0,569	0,553	0,800
600	1,000	1,028	0,785	0,988	0,512	0,847
600	1,100	0,993	0,852	0,675	0,647	0,859

Como dito anteriormente no item 4.1.1.1, os elevados valores de MLFV (Figura 4) quantificados nas pastagens dos tratamentos de N testados foi o principal fator que determinou no presente período experimental semelhantes GMD nos animais. Um outro aspecto é o fato de que a qualidade da forragem que se presume tenha sido consumida pelos animais apresentou por igual valores altos (Tabela 16, Figura 12). É provável que em termos de quantidade e de qualidade a forragem ingerida pelos tourinhos nas pastagens dos distintos tratamentos nitrogenados tenha sido semelhante. Segundo Blaser *et al.* (1986) e Maraschin (1997) altas quantidades de forragem disponíveis nas pastagens estão associadas com o processo de seletividade das mais apetecidas frações das plantas por parte dos animais que pastam.

Muitos dos estudos de pastejo que visaram avaliar o efeito de doses de N no desempenho animal de novilhos ou de novilhas em pastagens de gramíneas de ciclo C₄ similarmente não verificaram diferenças da variável GMD (Lupatini, 1995; Setelich, 1999; Lugão, 2002). No entanto, no estudo de pastejo em capim Milheto conduzido por Moojen

(1993), foi verificada relação linear positiva do GMD com o aumento da adubação de N. A área experimental utilizada pelo autor tem solo que apresenta na sua composição parte considerável de areia. Além do mais, essa área experimental tinha sido adubada anteriormente com doses relativamente baixas de N. Isso pode ser comprovado examinando-se os experimentos prévios ao de capim Milheto, realizados na estação do inverno e da primavera por do Canto *et al.* (1997) e no verão, antes deste último experimento de pastejo, por Martins *et al.* (1994). No experimento conduzido na estação de crescimento seguinte ao de Moojen (1993), na mesma área experimental e também com capim Milheto (Lupatini, 1995), não foi observado relação do GMD de novilhas da raça Charolês com as quantidades de N avaliadas. Os fluxos de N através das rotas de mineralização e de imobilização nos solos cobertos por pastagens é o principal fator determinante do suprimento de N para absorção das plantas (Whitehead, 1995; Whitehead, 2000). É sabido que altas fertilizações anuais de N, realizadas em pastagens com forrageiras temperadas, apresentam forte efeito residual sobre os fluxos de mineralização e de imobilização de N (Gill *et al.*, 1995; Lovell *et al.*, 1995; Ledgard *et al.*, 1998) e isto poderia também influenciar a quantidade e a qualidade da forragem disponível de pastagens tropicais para os anos posteriores, tal como demonstrado por Robbins *et al.* (1987).

Neste período experimental, no caso das pastagens dos tratamentos sem aplicação de N, é possível que as fertilizações de N realizadas a partir da implantação da área experimental tenham apresentado considerável efeito nos fluxos de N do solo. Consequentemente nas pastagens experimentais sem aplicação de N do presente trabalho houve efeito residual do N no solo para o crescimento das plantas, ocorrendo então melhorias da proporção de folhas na pastagem e nos teores de PB na estrutura das plantas.

Os resultados de desempenho por animal foram altos, comprovando que o capim Tanzânia se encontra dentre as forrageiras tropicais que apresentam alta qualidade de forragem, pois pode proporcionar ganhos próximos de $1,0 \text{ kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Em pastagens de capim Colonião utilizadas na época da estação chuvosa, adubadas com 100 kg.ha^{-1} de N ou sem qualquer aplicação de N, Favoretto *et al.* (1985) constataram GMD de novilhos da raça Guzerá de 0,746 e de 0,760 $\text{kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, nestes respectivos tratamentos. Os GMD constatados neste trabalho foram superiores aos relatados com capim Tanzânia por Watfe (1999) e Euclides (1995). Os resultados de desempenho por animal foram também superiores ao GMD de 0,66 $\text{kg.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ observado na média das diferentes doses de N avaliadas sob lotação intermitente por Lugão (2001).

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 20 pode-se observar que nos meses de dezembro e janeiro os GMD dos animais se mantiveram em valores superiores a

0,950 kg.animal⁻¹.dia⁻¹. Já, no mês de abril, o desempenho animal se reduziu, com variação no GMD entre os tratamentos na faixa de 0,447 a 0,706 kg.animal⁻¹.dia⁻¹.

A queda no desempenho individual dos animais, principalmente na fase coincidente com o período reprodutivo da pastagem (mês de abril até o início de maio), mostrada na Tabela 20, foi a razão principal que não permitiu que os resultados de GMD atingissem valores mais próximos de 1,0 kg.animal⁻¹.dia⁻¹. O atraso do início do experimento igualmente não beneficiou os resultados observados de GMD, pois se sabe que em pastagens de capim Tanzânia manejadas sob regime de lotação contínua no mês de outubro podem ser atingidas taxas de GMD ao redor de 0,910 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ (Euclides, 1995).

É interessante notar que na avaliação realizada com o capim Tanzânia na região Noroeste do Paraná, em que as pastagens foram manejadas em diferentes situações de altura e adequadamente fertilizadas (Watfe, 1999; do Canto *et al.*, 2002a), o período correspondente ao mês de abril foi o que determinou ao longo do ano o mais baixo valor no GMD dos animais em pastejo. As possíveis causas dessa queda marcante da taxa de GMD dos animais necessitam ser investigadas.

O GMCA verificado conforme o período de avaliação e no total do período experimental está apresentado na Tabela 21. Semelhantemente ao constado com a variável GMD não foi observado efeito ($P>0,05$) das doses de N estudadas sobre o GMCA dos animais em pastejo (Anexo 9). Pela Tabela 21 pode-se constatar que a variação observada no GMCA dos tourinhos foi de 123,2 a 139,6 kg.animal⁻¹.

As razões da semelhança dos valores de GMCA entre os tratamentos de adubação de N são as mesmas apresentadas para o GMD neste mesmo item, pois o GMCA constitui-se no somatório do GMD observado nos animais durante o período experimental.

Os resultados de GMCA por animal em pastagens são importantes na medida em que demonstram o ganho de massa corporal total que pode ser obtido com os animais ao término da estação de pastejo. Nesse sentido, a eficácia de pastagens de capim Tanzânia adubadas com N, de modo que os animais possam ser abatidos em idades consideradas como precoces é corroborada pelos dados apresentados na Tabela 21.

A possibilidade de animais inteiros ou de novilhos serem abatidos em idades jovens, porque apresentam alto GMCA após o período de crescimento da primavera e verão é um dos principais fatores que podem fazer com que um fazendeiro faça opção pela utilização do capim Tanzânia, dentre as várias alternativas de forrageiras que se encontram disponíveis no Estado do Paraná.

TABELA 21 – Ganho de massa corporal acumulada de tourinhos Nelore, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por período de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Doses de N	Período de avaliação					Média
	4/12/2000 a	5/1/2001 a	3/2/2001 a	1/3/2001 a	2/4/2001 a	
	5/1/2001	3/2/2001	1/3/2001	2/4/2001	7/5/2001	
(kg ha ⁻¹)	(kg.animal ⁻¹)					
Zero	31,68	31,00	27,00	20,66	20,33	128,6
Zero	30,66	31,00	28,33	23,67	24,00	135,2
200	33,00	28,00	24,40	23,20	15,20	123,6
200	37,60	30,0	26,20	24,0	18,60	132,0
400	33,60	32,00	29,60	23,80	22,40	139,6
400	33,80	30,60	22,60	18,20	18,80	123,2
600	32,00	29,80	21,20	31,60	17,40	130,4
600	35,20	28,80	23,00	21,60	22,00	132,2

4.1.8.2 Carga animal e número de animais.dia

A relação quadrática entre a carga animal com as doses de N está apresentada na Figura 23. O aumento das doses de N aplicadas ao solo das pastagens determinou elevação da carga animal suportada. Pelo Anexo 9 pode-se verificar que os modelos linear ($P < 0,0001$; $R^2 = 0,92$) e quadrático ($P < 0,00001$; $R^2 = 0,99$) apresentaram ambos alto ajuste com os tratamentos de N. Porém, o nível de probabilidade e o coeficiente de determinação da regressão quadrática indicaram relação bem mais satisfatória para este último modelo. As médias gerais da carga animal suportada, nos respectivos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N, calculadas conforme a equação de regressão da Figura 23, foram respectivamente 1.019, 2.157, 2.883 e 3.199 kg.ha⁻¹. Os valores de carga animal observados nas pastagens durante o período experimental e na média podem ser apreciados no Anexo 10. Nas pastagens dos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N os dados de carga animal expressos em U.A. por ha seriam, respectivamente, 2,26; 4,79; 6,41 e 7,1.

O aumento da carga animal suportada refletiu essencialmente os mais altos rendimentos de MS das pastagens com as mais altas doses de N testadas (Figura 9). Verifica-se uma semelhança no comportamento das variáveis carga animal e taxa de

acúmulo de MS (Figura 9), pois ambas neste trabalho apresentaram comportamento quadrático.

O resultado mostrado na Figura 18 era esperado, pois vasta literatura demonstra que mais altas taxas de adubação de N elevam de maneira considerável a taxa de lotação das pastagens, principalmente daquelas das espécies de gramíneas de rota metabólica C₄. O comportamento quadrático da carga animal suportada é concordante com o resultado observado em capim Milheto adubado com doses entre zero a 600 kg.ha⁻¹ de N por Lupatini (1995).

Os dados apresentados no Anexo 10 mostram que nos meses de janeiro, fevereiro e março foram observados os mais altos valores de carga animal. Examinando-se ainda o Anexo 10 verifica-se que no mês de abril, em função da queda marcante da taxa de acúmulo de MS (Anexo 14), houve redução da carga animal nas pastagens experimentais.

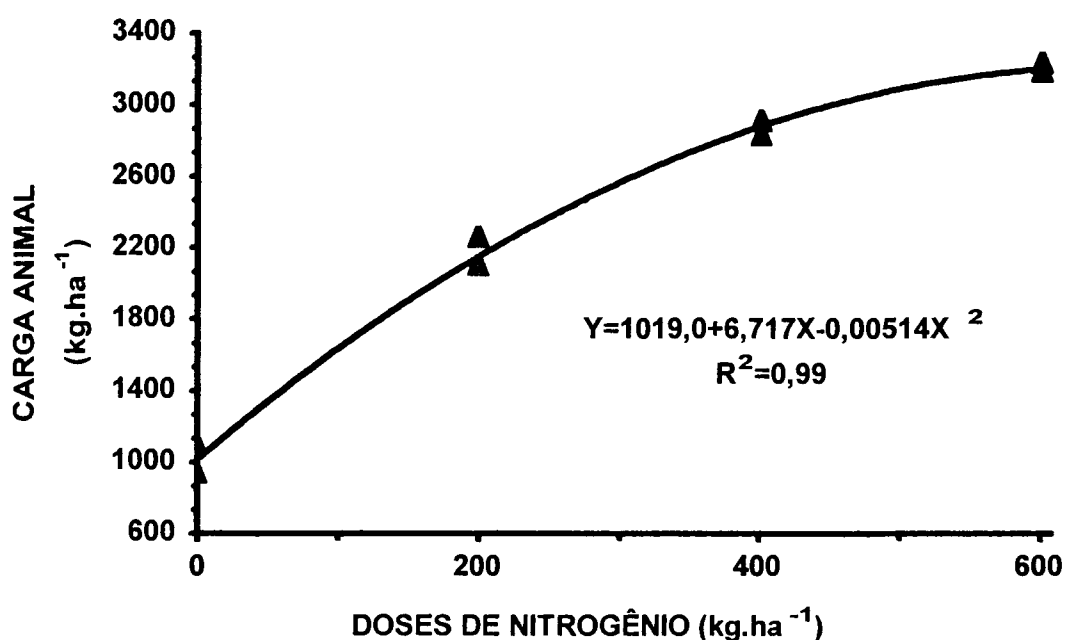


FIGURA 23 – Carga animal suportada na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

O número de animais.dia foi diferente entre os tratamentos (Anexo 9). A taxa de lotação, expressa pelo número de animais.dia por ha, está apresentada na Figura 24. A Figura 24 mostra que a relação entre o número de animais.dia com as quantidades de N

investigadas foi mais bem expressa pelo modelo quadrático. Pelo Anexo 9 pode ser visto que a regressão linear apresentou da mesma forma relação altamente significativa ($P < 0,00001$) e com alto ajuste ($R^2 = 0,94$). Como a regressão quadrática apresentou também alto nível de probabilidade ($P < 0,00001$) e coeficiente de determinação pouco superior ($R^2 = 0,99$), em relação ao observado com a regressão linear, optou-se pelo modelo quadrático.

Os valores referentes ao número de animais.dia por ha, calculados pela equação de regressão da Figura 24, nos respectivos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram os seguintes, 448; 1016; 1405 e 1614. No Anexo 10 podem ser vistos os dados de número de animais.dia por ha das pastagens durante o período experimental, por época de avaliação e na média.

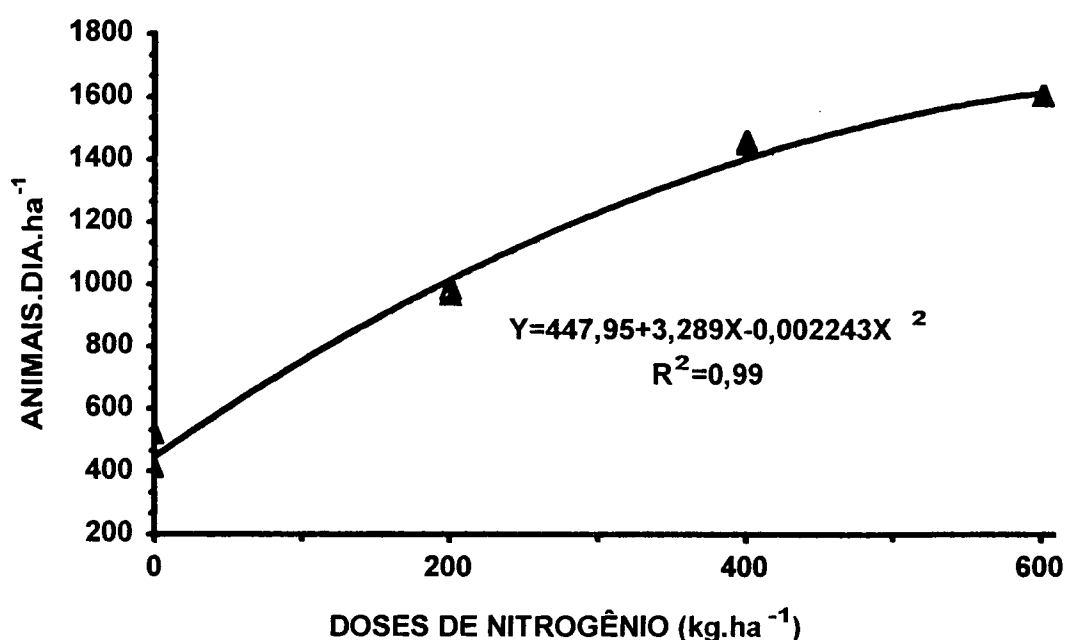


FIGURA 24 – Número de animais.dia por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Da mesma forma que a variável carga animal, o número de animais.dia está altamente relacionado com o comportamento da taxa de acúmulo de MS, que neste período experimental apresentou também comportamento quadrático (Figura 8). Os valores elevados do número de animais.dia se refletiram nos altos resultados de rendimento animal

por ha das pastagens das mais altas doses de N (Figura 25). É importante ressaltar os elevados valores no número de animais.dia observados ao longo do período experimental (Anexo 10) para o caso dos tratamentos das doses intermediárias de N.

4.1.8.3 Rendimento animal por ha

Na Figura 25 estão apresentados os dados de rendimento animal por unidade de área, expressos em kg.ha^{-1} , observados nos diferentes tratamentos de adubação nitrogenada. O aumento da dose de N elevou linearmente o rendimento animal por ha. Ambos modelos linear ($R^2=0,94$) e quadrático ($R^2=0,97$) apresentaram ajustes satisfatórios com os tratamentos estudados (Anexo 9). Entretanto, a melhor significância da regressão linear ($P<0,00001$), em comparação à obtida com a regressão quadrática ($P<0,0001$), determinou a opção pelo modelo linear. O valor mínimo e máximo de rendimento animal por ha, conforme a equação de regressão da Figura 25 foi, respectivamente, de 449 e 1.447 kg.ha^{-1} . Pela equação de regressão, nas doses de 200 e de 400 kg.ha^{-1} de N o rendimento animal foi de 782 e de 1.114 kg.ha^{-1} , respectivamente. Os dados do rendimento animal por ha constatados nos diferentes tratamentos e conforme a unidade experimental durante o período experimental, estão apresentados no Anexo 20.

São muitos os trabalhos que mostram respostas consideráveis ao N no rendimento animal em pastagens de gramíneas tropicais, tal como está amplamente documentado na literatura. Os dados de rendimento animal verificados neste período experimental evidenciam o alto potencial de rendimento animal do capim Tanzânia frente ao aumento da adubação nitrogenada. Mostram também que a fertilização com N é uma importante alternativa para as pastagens de capim Tanzânia dos mais diferentes sistemas de produção de bovinos de corte do Estado, pois em áreas de pastagens relativamente pequenas pode ser obtido alto rendimento animal por unidade de área e alta taxa de lotação de animais durante os meses da estação de crescimento.

Um dos temas mais relevantes da fertilização de forrageiras é saber o quanto de N deve ser recomendado para ser usado nas pastagens manejadas intensivamente, especialmente naquelas com rota metabólica C_4 e que apresentam altas respostas à aplicação deste nutriente. A opção não deve ser baseada apenas no quanto de rendimento animal pode ser obtido em uma determinada dose de N aplicada por ha. Trata-se de questão bem mais complexa, pois envolve diversos fatores e implicações para os sistemas de produção de bovinos de corte. Entre estes podem ser citados os que concernem à

lucratividade obtida nas altas doses de N, da capacidade de investimento e de manejo dos sistemas de pastejo nas fazendas por parte do pecuarista e também de uma mais que possível contaminação do meio ambiente. Entretanto, questões como essas devem ser motivo de outros experimentos de modo que soluções possam ser encontradas.

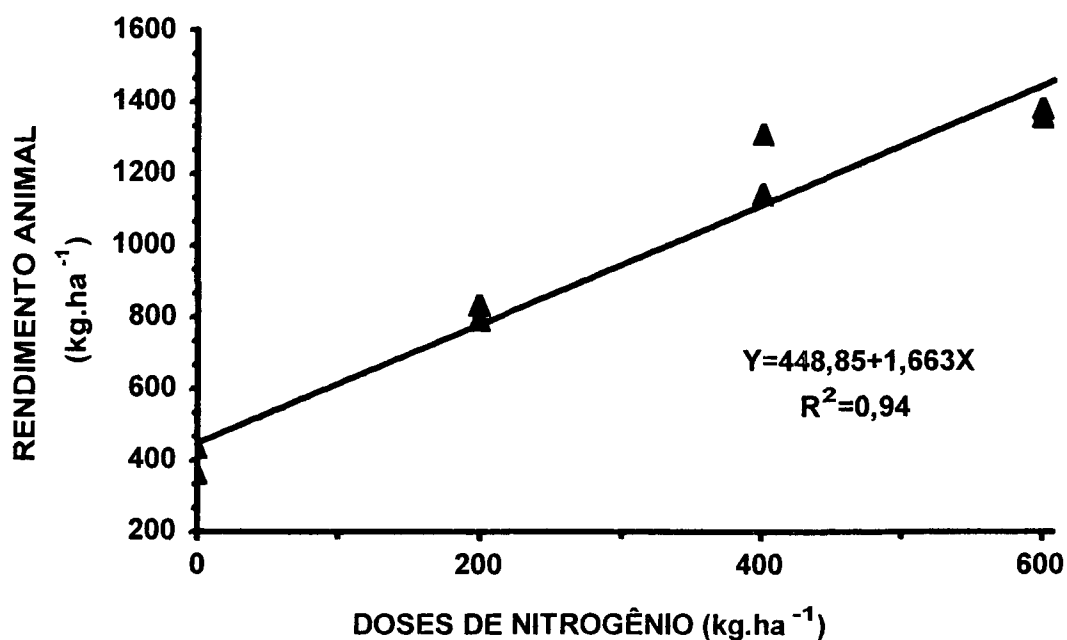


FIGURA 25 – Rendimento animal por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

4.1.9 OFERTA DE FORRAGEM

A Figura 26 mostra a relação entre a oferta de forragem com os tratamentos de adubação nitrogenada testados. A oferta de forragem apresentou relação altamente significativa com as doses de N, dentro do modelo quadrático ($P < 0,0078$). A oferta de forragem se reduziu à medida que foi aumentada a quantidade de N aplicada na pastagem, até um certo ponto, a partir do qual a mesma apresentou valor pouco maior. Os valores de oferta de forragem obtidos na estação de crescimento, calculados de acordo com a equação de regressão da Figura 26, foram 36, 17, 9,2 e 12,7 kg de MS.100 de massa corporal⁻¹.dia⁻¹, respectivamente para as doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Os resultados de oferta de forragem avaliados ao longo do período experimental e na média constam no Anexo 21.

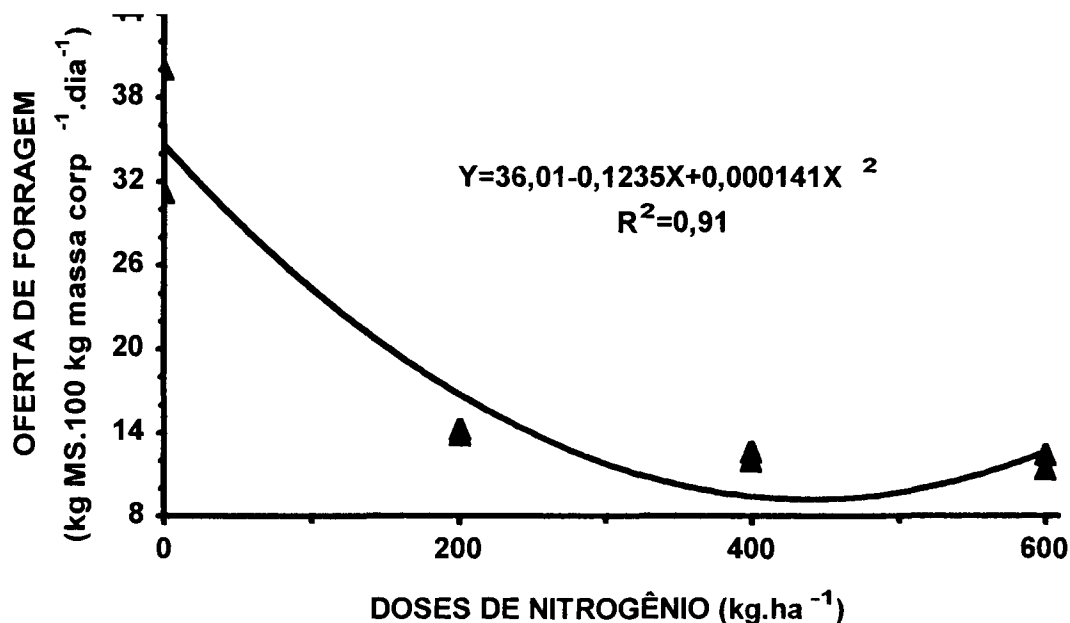


FIGURA 26 – Oferta de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000 - 6/5/2001.

Conforme se observou o manejo de pastagens de capim Tanzânia sendo realizado com níveis de altura de pasto aproximadamente semelhantes, porém adubadas com distintas quantidades de N, pode determinar oferta de forragem distinta para os animais. Isso aconteceu no presente trabalho porque nas baixas quantidades de N foram observadas taxas baixas de acúmulo de MS (Figura 8).

Nas situações em que são impostos nas pastagens níveis de altura de pasto relativamente constantes, a carga animal é uma decorrência da taxa de acúmulo de MS. Como se pode constatar a taxa de acúmulo de MS no tratamento sem a fertilização de N foi reduzida (Figura 8) e isto determinou nas pastagens deste tratamento baixa taxa de lotação de animais em pastejo. Por causa disso no cálculo da oferta de forragem os valores de MF das pastagens da dose nula de N foram divididos por pequeno número de animais, o que condicionou os altos valores verificados de oferta de forragem nas pastagens sem a aplicação de N.

Ainda com relação às pastagens sem a fertilização de N, a oferta de forragem foi muito elevada em virtude da redução da taxa de lotação imposta nestas pastagens, principalmente a partir do mês de março. Esses ajustes visaram à manutenção do nível de altura de pasto por volta de 60 cm.

Os dados no Anexo 21 mostram que no mês de abril, devido à fase reprodutiva da pastagem, os valores de oferta de forragem variaram entre 6,41 a 8,64 kg de MS.100 de massa corporal⁻¹.dia⁻¹ nas pastagens dos tratamentos das doses de 400 e de 600 kg.ha⁻¹ de N.

4.2 PERÍODO 2

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM

4.2.1.1 Massa de forragem, massa de lâminas de folhas verdes, massa de forragem verde, massa de bainhas verdes + colmos verdes e massa de forragem morta.

A relação linear ($P < 0,0041$) entre a MF e o efeito das adubações nitrogenadas no período experimental subsequente está apresentada na Figura 27. O aumento da taxa de N aplicada na primavera e verão resultou nesse período experimental na pastagem em maior quantidade de MF por ha.

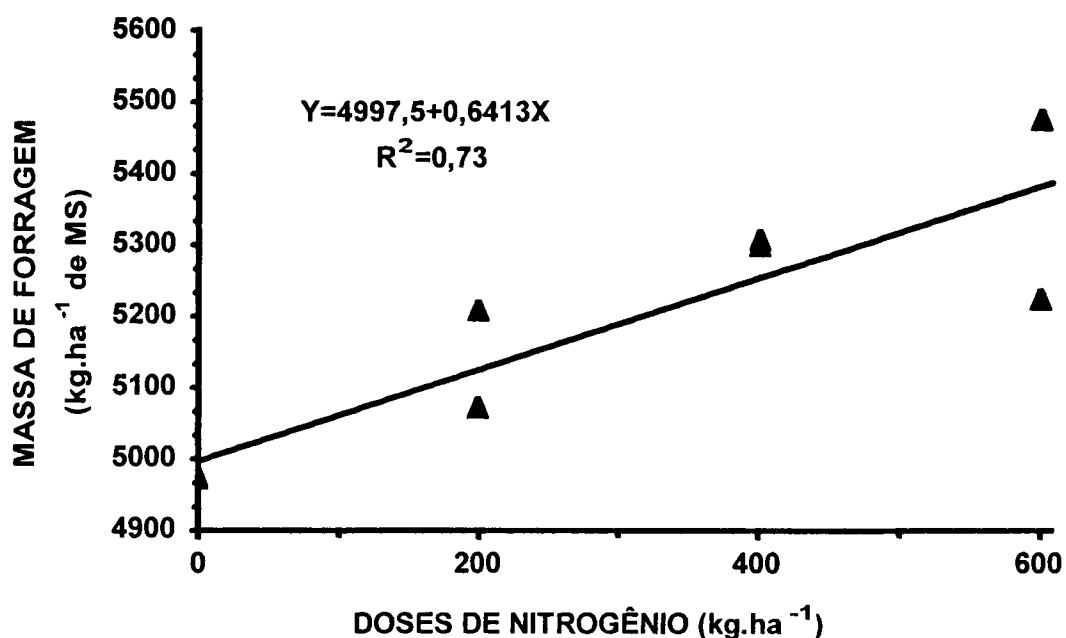


FIGURA 27 – Massa de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Constata-se pela equação de regressão da Figura 27 que a quantidade de MF obtida na ausência do efeito da adubação nitrogenada foi aproximadamente de 5.000 kg.ha⁻¹ de

MS. Nas demais unidades experimentais a média da quantidade de MF variou de 5.126 a 5.382 kg.ha⁻¹ de MS. Os valores das quantidades de MF estimados nas diferentes pastagens experimentais, conforme a época de avaliação e na média, podem ser examinados no Anexo 22.

De acordo com o Anexo 23 a MS por perfilho não foi influenciada pelas doses de N anteriormente aplicadas nas pastagens. Isso sugere que o aumento da MF foi consequência do aumento da densidade populacional de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos nas pastagens das mais altas doses de N (Figura 35). Na média, a diferença na quantidade de MF entre o efeito da maior dose de N avaliada, em comparação à quantidade nula deste nutriente foi reduzida, somente de 385 kg.ha⁻¹ de MS. Contudo, o reduzido acréscimo na quantidade de MF determinou aumento da carga animal suportada (Figura 40) e do rendimento animal por ha (Figura 42).

As quantidades de MF estimadas foram superiores as observadas por Euclides *et al.* (1993) em pastagens dos cultivares Colonião, Tobiata e Tanzânia-1, comparando-se período de meses equivalente. Conforme foi descrito anteriormente, as mais altas quantidades obtidas de MF em relação ao estudo de Euclides *et al.* (1993) em sua maior parte se deve às fertilizações com N realizadas, bem como da ocorrência de condições edafoclimáticas distintas predominantes nas regiões em que os experimentos foram conduzidos.

A relação da variável MLFV com o efeito das doses de N está apresentada na Figura 28, onde se vê, que a regressão linear é positiva ($P < 0,0003$) mostrou o melhor ajuste entre ambas. Nos tratamentos estudados, conforme a equação de regressão a MLFV variou de 1.494 a 1.905 kg.ha⁻¹ de MS. Quantidades médias de MLFV de 1.631 e de 1.768 kg.ha⁻¹ de MS foram verificadas, respectivamente nas pastagens que receberam na estação de crescimento aplicações de 200 e de 400 kg.ha⁻¹ de N. Os dados avaliados de MLFV no período experimental estão apresentados no Anexo 22.

O aumento do componente lâmina de folha verde na MS no perfil da pastagem (Figura 30) e da quantidade de MF (Figura 27) foram os fatores que determinaram a elevação da quantidade de MLFV por ha.

Como houve pouca variação nos níveis mantidos de altura das pastagens experimentais (Anexo 4), o aumento da quantidade de MLFV pode estar relacionado às melhorias constatadas no GMD dos animais das pastagens com as doses de N mais altas (Figura 38). Possivelmente o aumento crescente, embora sendo reduzido, da quantidade de MLFV influenciou a taxa de consumo dos animais do componente morfológico lâmina de

folha verde. O aumento da quantidade de lâminas de folhas verdes na MF foi compensado em parte pelo aumento da quantidade de MBVCV (Tabela 22).

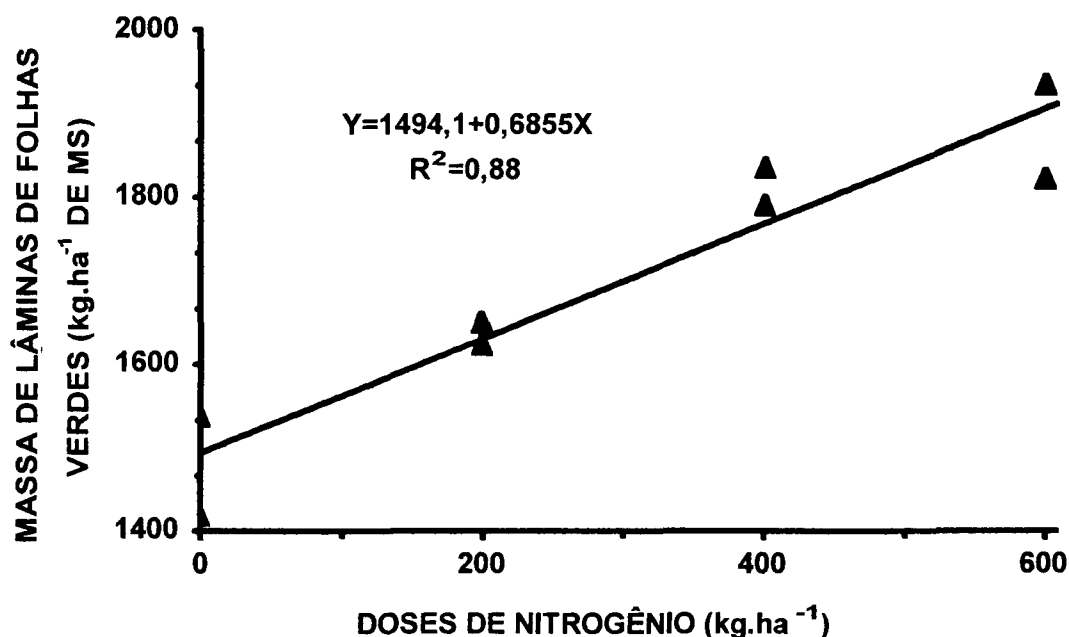


FIGURA 28 – Massa de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

A análise da equação de regressão apresentada na Figura 28 mostra que o efeito da dose de 600 kg.ha⁻¹ de N determinou na pastagem MLFV média de 1.905 kg.ha⁻¹ de MS. Com base em vários trabalhos Cruz e Boval (1999) destacaram que, em condições não limitantes de nutrição mineral e de água, a biomassa de folhas das espécies estoloníferas de gramíneas tropicais raramente excede aos 2.000 kg.ha⁻¹ de MS. Eles demonstraram que a biomassa de folhas cresce linearmente com o tempo até um certo ponto, a partir do qual há redução gradual do crescimento da biomassa de folhas. Na fase seguinte da curva de resposta a biomassa de folhas ficaria estável em quantidades próximas aos 2.000 kg.ha⁻¹ de MS. Contrariamente, a biomassa de colmos (estolões) continuaria aumentando linearmente.

Entretanto, no que se refere às espécies cespitosas de gramíneas tropicais do gênero *Panicum* e que apresentam estrutura e tamanho bem mais elevados, como um exemplo destas o capim Tanzânia, informações similares às mencionadas por Cruz e Boval (1999) ainda não se encontram disponíveis. Valores médios de MLFV superiores a 2.200 e 2.500 kg.ha⁻¹ de MS, em pastagens de capim Elefante anão adubadas com 750 kg.ha⁻¹ de N

foram relatadas por Setelich (1999), respectivamente nas estações de crescimento de out./1996 – abr./1997 e out./1997 – abr./1998. Esses resultados foram obtidos com as pastagens sendo manejadas com oferta de forragem pretendida de 10 kg de MS de lâmina de folha verde.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹, o que condicionou nos respectivos períodos de crescimento níveis médios de altura de pasto de 74 e de 69,8 cm.

É importante salientar que existem diferenças no teor de MS das plantas e nas proporções de folhas em relação aos colmos após o período normal de crescimento em pastagens de capim Tanzânia. Os teores de MS das plantas de gramíneas são normalmente mais baixos na estação de crescimento, se comparados aos que são observados no período em que as plantas já se encontram sob o stress do outono e do inverno. Evidentemente essa tendência dependeria da contribuição dos colmos com entre-nós alongados na MF, pois estes possuem MS mais elevada por unidade de comprimento. Mais altas participações de colmos com entre-nós alongados na estação do outono é decorrência do período reprodutivo em que se encontram nesta época as pastagens de capim Tanzânia. Aumentos no teor de MS e da proporção de colmos nas plantas podem causar elevações das quantidades de MF, da MLFV e da MBVCV, alterando assim a curva de resposta do crescimento da biomassa de folhas e dos colmos das espécies de gramíneas tropicais cespitosas.

Segundo o que foi observado no experimento de pastejo conduzido por do Canto *et al.* (2001), conduzido nesta área experimental e justamente no período do ano em que há maior escassez de água e de temperaturas no ambiente que limitam o crescimento do capim Tanzânia, a relação entre a altura de pasto (níveis de altura estudados de 24,6 a 71,4 cm) com a MLFV apresenta comportamento quadrático. De acordo com os autores as mais altas quantidades de MLFV são encontradas nos níveis de altura de pasto próximos de 60 cm. Contudo, as mais altas quantidades de MLFV neste experimento observadas, em relação às verificadas por do Canto *et al.* (2001), se devem as melhorias na fertilidade do solo devido às fertilizações que se seguiram a este último experimento de pastejo, bem como ao período distinto em que os experimentos foram conduzidos.

Pelo visto os montantes de N aplicados anteriormente na primavera e verão determinam diferentes quantidades de forragem disponível para os animais nos meses subseqüentes da estação de crescimento (Figura 43), principalmente em termos de quantidades de MF (Figura 27) e de MLFV (Figura 28), mesmo quando estas pastagens são manejadas em níveis de altura de pasto que pouco diferiram (Anexo 4). É importante ressaltar, então, o alcance do conhecimento e da aplicabilidade dos resultados para as pastagens adubadas ou não com N, referentes às quantidades de MF e de MLFV para o

entendimento das respostas de desempenho por animal em experimentos de pastejo. Experimentos reducionistas que tratam da interface planta e animal (Ungar, 1996; Carvalho, 1997), onde são relacionadas às características da pastagem e das estruturas das plantas com as variáveis que determinam o comportamento ingestivo dos animais, podem esclarecer os fatores determinantes das diferenças observadas no desempenho dos animais em pastejo verificadas em quantidades de MF e/ou de MLFV com relativamente poucas diferenças.

Na Tabela 22 estão apresentadas a equação de regressão, o coeficiente de determinação e o nível de probabilidade das relações das variáveis MFV, MBVCV e MFM, com os tratamentos de fertilização de N aplicados durante os meses da estação de crescimento. As doses crescentes de N determinaram aumento linear positivo da quantidade de MFV e da quantidade de MBVCV. No caso da MFM, o aumento da dose de N reduziu os montantes de MS por ha nas pastagens desta variável. As quantidades estimadas de MS por ha das variáveis MFV, MBVCV e MFM, durante o período experimental e na média, podem ser analisadas no Anexo 22.

TABELA 22 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das variáveis massa de forragem verde (MFV), massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVCV) e massa de forragem morta (MFM), em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Variável	Equação de regressão	(R^2)	P(p<0)
MFV (kg.ha ⁻¹ de MS)	Y= 3018,9+1,1845X	0,93	0,0001
MBVCV (kg.ha ⁻¹ de MS)	Y= 1525,05+0,4977X	0,77	0,0027
MFM (kg.ha ⁻¹ de MS)	Y= 1978,55-0,5423X	0,84	0,0008

O aumento linear da MFV é explicado pelo comportamento da contribuição de forragem verde à MS do perfil do pasto (Tabela 24) e da MF (Figura 27), que aumentaram ambas à medida que a dose de N aplicada anteriormente foi aumentada. De acordo com a equação de regressão as quantidades médias de MFV nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 3.019; 3.256; 3.493 e 3.730 kg.ha⁻¹ de MS.

O efeito da elevação da dose de N determinou aumento dos componentes morfológicos bainha verde e colmo verde (Tabela 24) e da MF (Figura 27), como consequência disto, a MBVCV se elevou. Nos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N a equação de regressão da Tabela 22 mostra que as quantidades de MBVCV foram, respectivamente, de 1.525; 1.625; 1.724 e de 1.824 kg.ha⁻¹ de MS. As diferenças entre as

quantidades de MFV e de MBVCV, entre os tratamentos zero e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, de 711 e de 299 kg.ha⁻¹ de MS.

O decréscimo da concentração na MS de forragem morta (Tabela 24) foi o que determinou a redução da MFM nas pastagens que receberam as maiores doses de N na estação de crescimento. Os tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram, respectivamente e conforme a equação de regressão da Tabela 24, MFM de 1.979; 1.870; 1.762 e 1.653 kg.ha⁻¹ de MS.

No presente experimento os colmos amarelecidos foram juntados a fração de forragem morta. Esse procedimento ao mesmo tempo em que elevou em parte a quantidade de MS por unidade de área da MFM, simultaneamente reduziu a MBVCV. Os elevados resultados médios das quantidades de MF (Figura 27), MLFV (Figura 28), MFV, MBVCV e MFM; estes últimos expostos na Tabela 22, se devem aos níveis de altura impostos nas pastagens (Anexo 4), a fertilidade do solo (Tabela 5) e as taxas de aplicação de N realizadas no período favorável ao crescimento das pastagens.

4.2.1.2 Índice de área foliar e relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde

A relação entre o IAF com o efeito das diferentes adubações com N após a estação de crescimento está mostrada na Figura 29. A relação entre o IAF com as fertilizações de N foi mais bem explicada pela regressão quadrática. É importante assinalar que a regressão linear apresentou também alto ajuste (anexo 23), com elevado nível de probabilidade ($P < 0,0002$) e alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,89$). Não obstante, o nível de probabilidade da regressão quadrática igualmente foi altamente significativo ($P < 0,0009$), sendo que o seu coeficiente de determinação foi pouco superior ($R^2 = 0,92$), indicando ajuste pouco melhor. Segundo a equação de regressão quadrática o efeito das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N condicionou valores médios de IAF de 3,7; 4,1; 4,3 e de 4,5. No anexo 24 estão mostrados os dados de IAF, por unidade experimental e época de avaliação, bem como os seus valores médios.

Os mais altos valores de IAF, à medida que foi aumentada a dose de N aplicada previamente na pastagem, podem ser considerados como um efeito subsequente do aumento que também ocorreu no IAF (Figura 5) durante a estação de crescimento, associado à manutenção de níveis de altura de pasto em patamares ainda próximos (Anexo 4) aos impostos na estação do verão (Anexo 3).

Os valores resultantes de IAF refletiram as quantidades de MLFV das pastagens experimentais, tal como está mostrado na Figura 28. Como os locais amostrados por ocasião da determinação da MLFV por ha para o cálculo do IAF apresentavam-se com altura de 60 cm, isto pode ter ocasionado leve elevação dos valores estimados do IAF, se considerarmos que na média os níveis de altura de pasto foram mais próximos de 50 cm (Anexo 4).

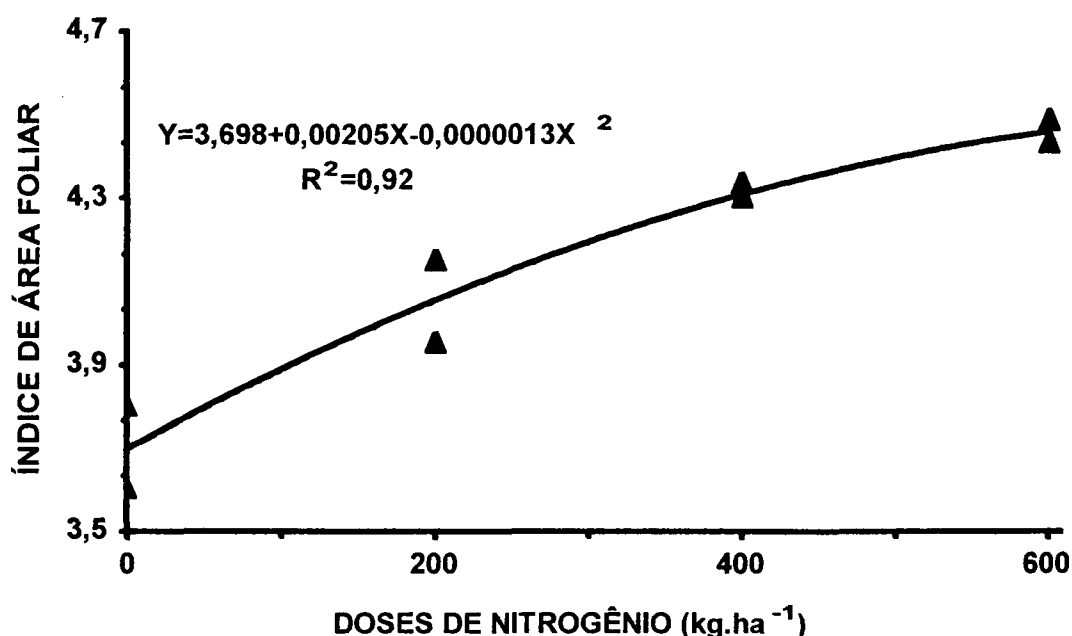


FIGURA 29 – Índice de área foliar (lâmina de folha verde viva) na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

De um ponto de vista prático, o conceito do IAF apresenta algumas limitações e estas resultam das diferenças na arquitetura foliar das plantas, das características da fotossíntese e das alterações que podem ocorrer na composição botânica da pastagem (Brown e Blaser, 1968; Rodrigues e Reis, 1995). Devido a isso é necessário cautela ao se extrapolar dados de IAF para outras pastagens estabelecidas com as demais espécies ou mesmo com os outros cultivares de uma mesma espécie de planta de gramínea, pois estes podem estar estabelecidos em solos com níveis de fertilidade distintos. Além disso, podem apresentar parte aérea com contrastantes hábitos de crescimento e de arquitetura do dossel.

O trabalho de Penning *et al.* (1991) sob regime de lotação contínua e o de Penning *et al.* (1994), sob regime de lotação intermitente, ambos conduzidos em pastagens de gramíneas de inverno, sugeriram que a MLFV e o IAF poderiam prover base mais racional para o manejo das pastagens, com estes métodos de manejo do pastejo. No entanto, nas condições do Brasil informações de manejo de pastagens com os vários cultivares de *Panicum maximum* pastejados em regime de lotação contínua ou sob lotação intermitente em que o IAF foi avaliado ainda são muito escassas, especialmente as referentes ao período do outono e do inverno.

Os dados da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde verificados após o período de crescimento das pastagens de capim Tanzânia estão apresentados na Tabela 23. Verificou-se que tanto para o modelo linear, quanto para o modelo quadrático, não foi constatada relação significativa ($P>0,05$) (Anexo 23). Na média, a variação observada nas distintas pastagens experimentais da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde foi reduzida, somente de 0,88 a 1,09.

TABELA 23 – Relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Tratamento	2/5/2001	Avaliação 5/6/2001	5/7/2001	Média
(kg.ha ⁻¹ de N)				
Zero	1,26	1,07	0,87	1,07
Zero	1,14	0,85	0,69	0,88
200	1,03	1,10	0,76	1,00
200	0,86	1,21	0,83	1,00
400	1,28	1,09	0,91	1,09
400	0,97	1,10	0,92	1,01
600	1,06	1,06	0,94	1,03
600	1,24	0,94	0,94	1,02

As causas da falta de diferença entre os valores da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde com as doses de N aplicadas ao solo na estação de crescimento seriam devidas à redução da produção de forragem característica do início da época seca e ao engrossamento dos caules dos perfilhos, principalmente na porção basal destes. Isso determinou elevação da concentração na MS na estrutura das plantas desse

último componente morfológico, especialmente nas pastagens das doses mais altas de N. Esses fatos podem ser inferidos pela análise da Figura 31 e pelo comportamento da fração bainha verde + colmo verde nos perfis das pastagens (Tabela 24).

Com relação ainda à semelhança da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde entre os tratamentos, os resultados constatados estão de acordo com aqueles observados por Davison *et al.* (1985a) em pastagens de *Panicum maximum* do cultivar Grenn Panic. No experimento de pastejo de Davison *et al.* (1985) foi investigado o efeito de quatro taxas de lotação (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 vacas.ha⁻¹) e de duas quantidades anuais aplicadas de N (200 e 400 kg.ha⁻¹), sendo ambas doses de N aplicadas na estação de crescimento.

Trabalhos conduzidos com as espécies de gramíneas tropicais *Setaria anceps* e *Chloris gayana* Kunth (Stobbs, 1973; Stobbs, 1975) demonstraram que a baixa relação folha/colmo, associada a pouca densidade volumosa de folhas dos estratos superiores destas pastagens, com baixas quantidades de adubação nitrogenada, porém com quantidades de MF elevadas, podem afetar negativamente algumas variáveis do comportamento ingestivo e o consumo de forragem dos animais em pastejo.

Cabe ressaltar, porém, que a estrutura das plantas de capim Tanzânia difere de forma marcante das espécies com que esse pesquisador trabalhou. Sabe-se que as pastagens de *Panicum maximum*, quando bem adubadas e tanto no estágio vegetativo, como no período reprodutivo, são muito folhosas nas camadas superiores das estruturas das plantas, ao passo que a fração dos caules desta camada superior é quase que inexistente. Isso foi evidenciado por Martinichen (2003) em pastagens de capim Mombaça manejadas em duas estruturas contrastantes, quais sejam; uma pastagem com plantas mantidas com estruturas altas e outra com plantas com estruturas baixas.

Em relação ao total dos perfilhos da pastagem foi baixa a densidade de perfilhos basilares que apresentavam colmos alongados e com a estrutura reprodutiva (Figura 34). Esse fato contribuiu para que a relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde se mantivesse em valores elevados ao longo do período experimental.

Para o caso do capim Tanzânia, não foram encontrados trabalhos que demonstrem o impacto do aumento das adubações com N, quando realizadas no período normal de crescimento das pastagens, sobre a proporção de folhas em relação às hastes e bainhas verdes nas principais variáveis que determinam o comportamento ingestivo de animais em pastejo na estação do outono, especialmente dirigidos para bovinos jovens.

A análise dos dados da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde ao longo do período experimental, mostrados na Tabela 23, juntamente com os valores de

concentração na MS de PB (Figura 36) e de digestibilidade da MS (Figura 37) mostram que pastagens de capim Tanzânia, manejadas sob regime de lotação contínua ao final e logo após o período reprodutivo, permanecem ainda com elevada qualidade na forragem disponível.

É importante ressaltar que isso discorda da generalização de que pastagens de gramíneas tropicais, logo após a estação de crescimento apresentam baixo valor nutritivo ou pelo menos, marcante redução gradual da relação folha/colmo e da qualidade da forragem disponível. Nesse sentido a generalização no meio rural e também no acadêmico de que pastagens de gramíneas tropicais, especialmente em alguns dos cultivares de *Panicum maximum*, de que apresentam no período seco altas proporções de colmos e de material morto nas suas estruturas e por causa disto com baixo valor alimentício, ao que tudo indica depende de vários outros fatores. Entre esses os referentes às condições edafoclimáticas, manejo do pastejo e das quantidades de N aplicadas previamente no período de crescimento. Como se vê, dependendo dos fatores ora relacionados às adubações com N podem contornar em parte a queda da quantidade e da qualidade da forragem disponível em pastagens de capim Tanzânia, no período que antecede a estação do inverno.

Os elevados resultados da relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde obtidos para o período concordam com os valores observados nos trabalhos conduzidos com capim Tanzânia por do Canto *et al.* (2001) e do Canto *et al.* (2002b). Santos (1997) estudando o mesmo cultivar, porém manejado sob lotação intermitente e no período de seis de abril a 23 de maio de 1996, verificou relação folha:haste de 1,00 e 0,76, respectivamente nos intervalos entre pastejos de 28 e de 38 dias.

4.2.1.3 Lâmina de folha verde, forragem verde, bainha verde + colmo verde e forragem morta

A relação entre a contribuição do componente morfológico lâmina de folha verde na MS do perfil da pastagem com o efeito das doses de N aplicadas na estação de crescimento está apresentada na Figura 30. Os tratamentos de N impostos na estação de crescimento nas pastagens produziram efeito ($P < 0,001$) no componente lâmina de folha verde. Por meio da equação de regressão observa-se que a contribuição de lâmina de folha verde à MS foi de 299; 317; 336 e de 354 g.kg⁻¹ de MS nos respectivos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. As concentrações desse componente morfológico avaliadas durante este período subsequente e na média encontram-se listadas no Anexo 25.

É provável que o aumento da concentração na MS do componente lâmina de folha verde tenha sido devido principalmente a maior quantidade de “pools” de N (íons nitrato e íons amônio) disponíveis no solo das pastagens contempladas com as mais altas doses de N na estação de crescimento.

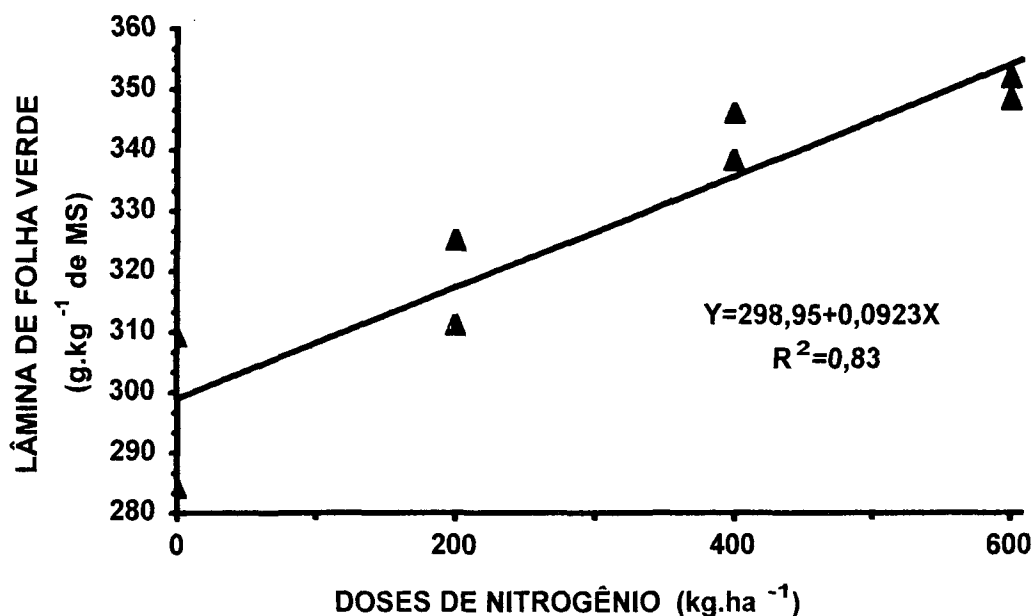


FIGURA 30 – Concentração na massa seca de lâmina de folha verde na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

De acordo com o trabalho de Robson e Deacon (1978) plantas de azevém perene bem supridas com N, em comparação as deficientes apresentam somente marginalmente mais folhas, mas estas alongam mais rapidamente, apresentam maior área foliar e comprimento de folha. Ourry *et al.* (1990) demonstraram que a deficiência de N diminuiu a absorção deste nutriente do meio e reduziu o crescimento de folhas em azevém perene. O meio em que as plantas foram cultivadas do experimento conduzido por eles eram vasos de plástico com soluções de cultura com distintas concentrações de N. Os autores verificaram, após 14 dias, que as plantas crescidas deficientes em N utilizaram aproximadamente 69% do N dos compostos endógenos dos tecidos das raízes e dos tecidos da parte aérea das plantas para a rebrota das novas folhas. Nas plantas crescidas sem a limitação de N somente 40% do N foi remobilizado desses tecidos de plantas. Eles concluíram que as estruturas das plantas (raízes e parte aérea) contribuem na mobilização de compostos com

N para a rebrota de novas folhas após a desfolha, sendo que isto ocorreria em proporção ao grau de deficiência de N do meio.

Aumento dos percentuais de lâminas foliares verdes como resposta ao aumento da adubação nitrogenada, realizada na estação de crescimento, foi verificada no outono igualmente por Davison *et al.* (1985a) em experimento de pastejo com o cultivar Green Panic.

Na Tabela 24 podem ser vistas a equação de regressão, o coeficiente de determinação e o nível de probabilidade das relações entre os tratamentos de N com a participação na MS, após a estação de crescimento, dos componentes morfológicos forragem verde, bainha verde + colmo verde e forragem morta. Os dados avaliados de participação dos componentes forragem verde, bainha verde + colmo verde e de forragem morta estão apresentados no Anexo 25. Conforme as equações de regressão as concentrações de forragem verde, de bainha verde + colmo verde e de forragem morta, respectivamente, variaram de 603 a 695; de 301 a 342 e de 397 a 305 g.kg⁻¹ de MS.

As mais altas doses de N aplicadas na estação de crescimento das pastagens elevaram de modo linear as concentrações de forragem verde e de bainha verde + colmo verde nos perfis das pastagens. Entrementes, houve redução linear da concentração de forragem morta com o aumento da dose de N aplicada na pastagem.

TABELA 24 – Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e nível de probabilidade das concentrações na massa seca de forragem verde, de bainha verde + colmo verde (BV + CV) e de forragem morta, em função de doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de capim Tanzânia – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Variável	Equação de regressão	(R^2)	P(p<0)
Forragem verde (g.kg ⁻¹ de MS)	Y= 60,30+0,01525X	0,94	0,0002
BV + CV (g.kg ⁻¹ de MS)	Y= 30,850+0,00550X	0,54	0,0231
Forragem morta (g.kg ⁻¹ de MS)	Y= 39,700-0,01525X	0,91	0,0002

O aumento da concentração de lâmina de folha verde (Figura 30) e de bainha verde e colmo verde (Tabela 24) determinaram a linearidade positiva da participação de forragem verde nos perfis das pastagens que receberam as mais altas doses de N.

O aumento da quantidade de MF (Figura 27) e da densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos (Figura 35) determinou a elevação da contribuição à MS do componente bainha verde + colmo verde das pastagens que receberam as mais elevadas taxas de N na estação de crescimento.

São muitos os trabalhos na literatura que demonstram o aumento da participação percentual dos colmos em plantas de gramíneas forrageiras tropicais que se encontram ao final da estação de crescimento e no período subsequente da estação do outono. Como os colmos amarelecidos foram juntados a fração de forragem morta é possível que isto ocasionou a não elevação da concentração na MS de bainha verde + colmo verde em algumas das unidades experimentais com o passar do tempo (Anexo 25).

A redução da concentração na MS de forragem morta deve ter sido causada preponderantemente pelo decaimento das porções de plantas senescentes das estruturas dos perfilhos. Esse período experimental foi conduzido nos meses do outono em que, na região Noroeste do Paraná, já começa a ocorrer redução da quantidade de água disponível no solo devido a normal redução e/ou escassez de chuvas da estação. Os dados apresentados na Tabela 2, referentes ao período da estação de crescimento, em comparação àqueles observados neste período subsequente (Tabela 3) mostram que houve redução da quantidade de chuvas ocorrida no período do outono.

Whitehead (1995) afirmou que as mudanças metabólicas envolvidas na senescência das pastagens são controladas geneticamente, mas a época da senescência e a sua taxa são influenciadas por fatores como o suprimento de nutrientes, a intensidade de luz e stress de água. A senescência de folhas é usualmente incrementada em períodos com baixa disponibilidade de água (Frank *et al.* 1996). Em geral adubações com N aparentemente retardam a morte de folhas nas primeiras duas a três semanas após a aplicação de N, mas aceleram a taxa de morte de folhas subsequente em pastagens de inverno (Pearse e Wilman, 1984). Evidências apresentadas por Ludlow e Ng (1974) indicaram que o período seco pode suspender o envelhecimento de folhas jovens em plantas de *Panicum maximum*. A presumível queda das porções senescentes dos perfilhos, o surgimento de novos perfilhos basilares jovens e verdes e o alongamento das lâminas de folhas verdes dos perfilhos em estágio vegetativo, podem em conjunto ter ocasionado a redução da participação de forragem morta na MS das pastagens com as maiores quantidades de N aplicadas na estação de crescimento.

4.2.2 PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO E DE SOLO COBERTO DE LITEIRA.

A Tabela 25 apresenta a percentagem de solo descoberto, conforme a época de avaliação, por repetição e na média. Não foi constatado efeito dos tratamentos de adubação nitrogenada ($P > 0,05$) sobre a percentagem de solo descoberto, conforme pode ser visto no

Anexo 23. Pela Tabela 25 verifica-se que as percentagens médias de solo descoberto nas pastagens experimentais foram inferiores a 4%. Valores percentuais sempre inferiores a 5% de solo descoberto foram quantificados durante o período experimental.

Os níveis de altura mantidos nas pastagens (Anexo 4) por intermédio da realização de ajustes da carga animal, juntamente com o IAF (Figura 29) e das quantidades de MF (Figura 27) e de MLFV (Figura 28), foram os fatores que determinaram os baixos valores e a falta de diferença significativa do efeito das adubações de N com a variável percentagem de solo descoberto.

Baixos valores percentuais de solo descoberto em pastagens de capim Tanzânia manejadas com altura aproximada de 60 cm foram reportados igualmente por do Canto *et al.* (2002b) no período do inverno.

TABELA 25 – Percentagem de solo descoberto na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Tratamento	2/5/2001	Avaliação 5/6/2001	5/7/2001	Média
(kg.ha ⁻¹ de N) (%)			
Zero	4,3	3,6	4,0	3,9
Zero	1,9	2,1	3,9	2,5
200	3,6	0,5	1,0	1,5
200	5,4	0,7	1,0	2,0
400	3,0	1,3	0,8	1,6
400	3,8	1,2	1,5	2,0
600	2,5	1,8	1,8	2,0
600	1,2	1,3	1,2	1,3

Conforme está mostrado no Anexo 23 observou-se que o modelo linear positivo ($P < 0,021$) foi o mais adequado para explicar a relação entre a percentagem de solo coberto de liteira e os tratamentos de N. De acordo com a equação de regressão obtida ($Y = 4,985 - 0,0052X$) os valores médios estimados de solo coberto de liteira foram de 5,0; 3,9; 2,9 e de 1,9%, respectivamente nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Os valores de solo coberto de liteira avaliados durante o período experimental e os seus valores médios podem ser examinados no Anexo 26.

A explicação para o comportamento linear da variável solo coberto de liteira seria em função de que as quantidades de MF (Figura 27) e de MLFV (Figura 28) se elevaram

reduzindo ainda mais as já baixas proporções das áreas não cobertas pela estrutura da vegetação. Por sua vez, essas poucas áreas restantes não cobertas pela vegetação se apresentavam cobertas com a liteira da pastagem, determinando deste modo à redução da percentagem de área coberta por tecidos de plantas em decomposição na pastagem. Tecidos de plantas em decomposição sob o solo das pastagens são importantes na reciclagem de nutrientes e porque mantêm o solo coberto.

4.2.3 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA

Na Tabela 26 estão apresentados os dados da participação na MS da pastagem do capim Tanzânia, do capim Estrela e do capim Colonião nas diferentes épocas de avaliação, bem como os respectivos valores médios correspondentes a cada espécie e cultivar. Os tratamentos de adubação nitrogenada não determinaram efeito ($P>0,05$) na composição botânica das unidades experimentais (Anexo 23). A concentração média do capim Tanzânia foi superior a 870 g.kg^{-1} de MS em todas as unidades experimentais. A contribuição média à MS das pastagens do capim Estrela variou de 68 a 114 g.kg^{-1} . Com relação à participação do capim Colonião na composição botânica as estimativas da participação deste cultivar foram praticamente irrisórias, com variação média entre 3 e 20 g.kg^{-1} de MS.

Semelhantemente ao primeiro período experimental pode-se afirmar que as causas da presença de plantas de capim Colonião e de capim Estrela não estão relacionadas ao efeito das adubações nitrogenadas, mas sim aos fatores previamente descritos e constatados já na fase de estabelecimento das pastagens, bem como nos estudos de pastejo conduzidos precedentemente.

Pelo fato de que as áreas com capim Estrela foram mantidas desfolhadas, evidente é que a espécie do gênero *Cynodon* fez parte da dieta dos animais, contribuindo também na produção de forragem e na manutenção da cobertura do solo das áreas que foram escolhidas pelos animais para os períodos do dia destinados à concentração, ruminação e de ócio/descanso.

As pastagens com zero de adubação nitrogenada e em menor grau aquelas da dose de 200 kg.ha^{-1} de N apresentaram neste período outonal aspecto de pastagens com nítida deficiência de N. Conquanto tenha sido vistas nesses piquetes plantas de Guanxuma e de grama Mato Grosso com participação na MS irrisória, a presença destas espécies pode estar indicando o início de alterações desfavoráveis na composição botânica.

TABELA 26 – Participação na massa seca do capim Tanzânia, do capim Estrela e do capim Colonião, da composição botânica da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
	(g.kg ⁻¹ de MS)							
	Avaliação 2/5/2001							
Capim Tanzânia	940	940	950	950	880	880	920	910
Capim Colonião	0	30	20	10	10	30	0	30
Capim Estrela	60	30	30	40	110	90	80	60
	Avaliação 5/6/2001							
Capim Tanzânia	880	880	910	870	920	880	920	870
Capim Colonião	120	120	70	130	80	120	80	110
Capim Estrela	70	90	20	90	40	50	110	50
	Avaliação 5/7/2001							
Capim Tanzânia	870	900	870	890	910	870	870	920
Capim Colonião	0	0	20	30	0	0	10	0
Capim Estrela	130	100	110	80	90	130	120	80
	Média							
Capim Tanzânia	894	900	912	896	907	878	908	892
Capim Colonião	0	9	20	10	3	8	3	18
Capim Estrela	106	91	68	94	90	114	89	90

4.2.4 TAXA DE ACÚMULO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE MASSA SECA

Na Figura 31 pode ser vista a equação de regressão da taxa de acúmulo de MS com os tratamento de adubação nitrogenada. Observa-se no Anexo 23 que o modelo linear apresentou o melhor ajuste para essa relação, sendo altamente significativo ($P < 0,00001$). Por meio da equação de regressão pode-se verificar que a taxa de acúmulo de MS aumentou de 1,3 para 8,9 kg.ha⁻¹.dia⁻¹, respectivamente nos tratamentos da dose nula de N e no da fertilização de 600 kg.ha⁻¹ de N. No Anexo 27 estão relacionados os valores das taxas de acúmulo de MS por repetição e período de avaliação, bem como os valores médios calculados para o total do período experimental.

É importante ressaltar que, como a taxa de acúmulo de MS foi estimada por intermédio do uso de gaiolas de exclusão do pastejo é de supor que a maior parte ou pelo menos uma fração considerável dos valores quantificados tenham sido das partes não foliares das plantas, ou seja, o acúmulo de MS foi em grande parte originado do alongamento dos entre-nós das hastes.

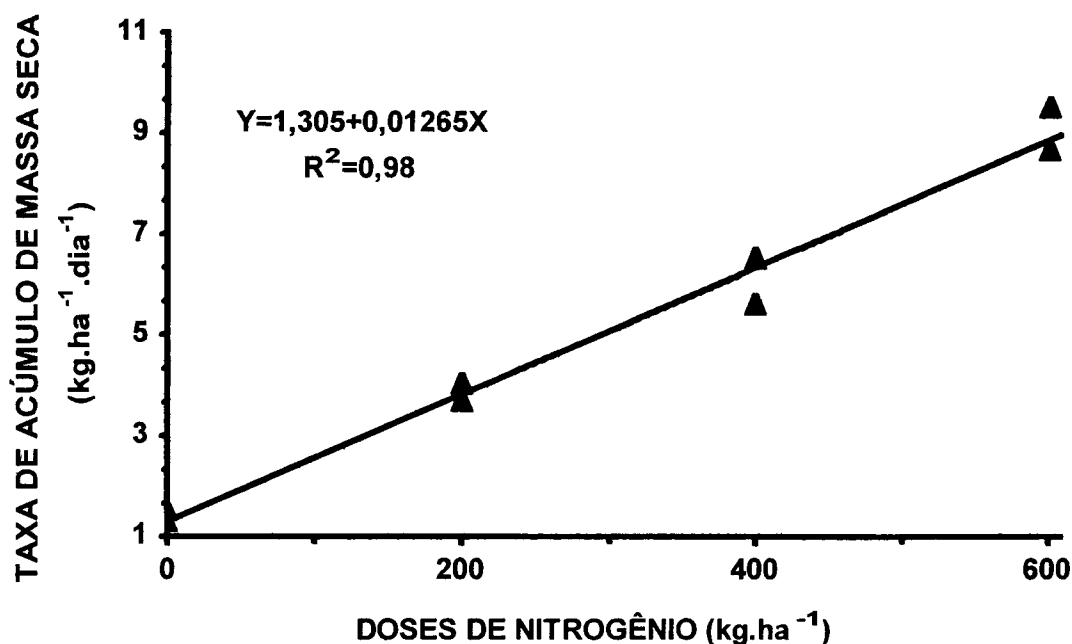


FIGURA 31 – Taxa de acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

A fase reprodutiva das pastagens de capim Tanzânia é concentrada nos meses de abril e maio. De acordo com Cooper (1983) nas plantas de gramíneas em estágio reprodutivo o desenvolvimento das inflorescências nos perfilhos determina paralisação da emissão de novas folhas. Segundo o autor, ainda por ocasião do período reprodutivo da pastagem poderia ocorrer uma inibição do surgimento de novos perfilhos, resultando em redução do acúmulo de MS. Não obstante a isso devemos considerar, também, que do aumento da taxa de acúmulo de MS das pastagens com as maiores doses de N, fração reduzida deve ser atribuída ao alongamento das lâminas das folhas. O surgimento e crescimento de novos perfilhos na base das touceiras e que deve ter ocorrido principalmente a partir do mês de junho provavelmente pouco contribuiu para o acúmulo de MS. Isso pode ter acontecido porque a maior parcela dos perfilhos na metade final do período experimental já tinham finalizado sua fase reprodutiva. A Figura 33 mostra que houve aumento das densidades de perfilhos basilares vegetativos.

Quanto ao efeito do maior IAF nas pastagens com as maiores doses de N (Figura 29) é admissível que, este efeito tenha apresentado somente pequeno impacto sobre o comportamento da taxa de acúmulo de MS devido às condições ambientais deste período

do ano (Tabela 3). Os mesmos fatores descritos para a queda da fração de forragem morta podem ter contribuído igualmente para uma redução da taxa de acúmulo de MS.

Notou-se nas pastagens que receberam a quantidade de 200 kg.ha⁻¹ de N e naquelas da dose nula de N, principalmente nestas últimas, nítida diferença na coloração das plantas, ou seja, as plantas apresentavam bainhas e lâminas de folhas com matiz verde clara. Isso revelou, como dito previamente, a deficiência de N das pastagens desses tratamentos. Entretanto, para o caso deste período experimental realizado no outono o efeito do aumento do teor de N das lâminas das folhas, via aumento da fotossíntese, pode ter influenciado de maneira muito reduzida o comportamento da taxa de acúmulo de MS. Embora o percentual de N médio das folhas não tenha sido avaliado, pode-se inferir que o aumento da concentração de PB (% de N multiplicado por 6,25) (Figura 36) das amostras da metade superior da estrutura das plantas ocorreu semelhantemente nas folhas das pastagens adubadas com as maiores quantidades de N. Sabe-se que o N afeta positivamente o rendimento de MS (Monteiro, 1995) e o número de perfilhos por unidade de área em alguns dos cultivares de *Panicum maximum* (Rodrigues e Reis, 1995). Em gramíneas forrageiras a deficiência de N resulta em redução das taxas fotossintéticas, tanto nas folhas (Woledge e Pearse, 1985) como nas estruturas dos perfilhos (Lemaire e Chapman, 1996).

As baixas taxas de acúmulo de MS foram decorrentes das condições de clima que prevaleceram no período experimental, conforme está mostrado na Tabela 3. Por essa Tabela pode ser verificado que os dados da temperatura média e da temperatura máxima média apresentaram valores inferiores à temperatura considerada ótima para o crescimento dos cultivares de *Panicum maximum*. De acordo com Cooper e Tainton (1968) é na faixa de temperatura entre 30 a 35°C que as gramíneas tropicais e as subtropicais apresentam a máxima taxa de crescimento.

A Tabela 3 mostra também que, na média, a temperatura mínima média dos meses de maio, junho e julho oscilou de 13,8 a 14,7°C, portanto já dentro da variação entre 10 a 15°C onde, segundo Cooper e Tainton (1968) as plantas de gramíneas tropicais crescem muito lentamente. Ajustes fisiológicos as baixas temperaturas podem alterar o crescimento de plantas forrageiras (Sanderson *et al.*, 1997). Bogdan (1977) relatou que a formação da clorofila das plantas jovens de gramíneas tropicais não ocorre até que a temperatura do ar atinja valores superiores aos 10-15°C.

Conforme se depreende ainda da Tabela 3 a quantidade de chuvas e o número de horas de insolação do período permitiriam taxas de acúmulo de MS mais altas em relação as que foram constatadas. É provável que principalmente a redução das temperaturas

noturnas tenha contribuído de maneira substancial para que as taxas de acúmulo de MS deste período experimental fossem muito baixas.

Ferraris *et al.* (1986) trabalhando com 19 acessos de capim Elefante, nas condições da Austrália e durante a estação do outono evidenciaram que ocorre interação da radiação solar com o regime de temperatura diurna (21°C)/noturna (16°C) sobre a redução do acúmulo de MS da parte aérea das plantas.

No entanto são encontradas informações na literatura brasileira, verificadas em pastagens de *Panicum maximum* (Corsi e Santos, 1995; Uebelle, 2002), que relataram maiores taxas de acúmulo de MS em comparação as constatadas neste período experimental, porém foram observadas nas condições dos Estados do Mato Grosso do Sul e de São Paulo. As temperaturas médias da estação do outono nos Estados da região Sudeste e Centro Oeste do Brasil são pouco mais elevadas.

As características da pastagem, como as quantidades de MF (Figura 27), de MLFV (Figura 28), o IAF (Figura 29) e o nível de altura do pasto (Anexo 4) também influenciaram as baixas taxas de acúmulo de MS obtidas. A influência do estado/condições das pastagens foi de maneira negativa. Do Canto *et al.* (2002b) investigando pastagens de capim Tanzânia em fase de diferimento, ou seja, plantas em situações de crescimento livre, em diferentes níveis de altura de pasto (20 a 80 cm) ao final do período reprodutivo, verificaram nas menores alturas de pasto as mais altas taxas de acúmulo de MS. Do Canto *et al.* (2002b) registraram taxa de acúmulo de MS de somente 4,1 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ nas pastagens diferidas com níveis de altura por volta de 60 cm. Já, nas pastagens diferidas com níveis de altura próximos de 20 cm a taxa de acúmulo de MS verificada foi ao redor de 8 kg.ha⁻¹.dia⁻¹. Nas pastagens em que o IAF é mantido em valores altos a quantidade e a qualidade da luz que atinge a base das plantas é alterada. Deregibus *et al.* (1983) mostraram que essas alterações podem impedir o surgimento e/ou o crescimento dos novos perfilhos, principalmente daqueles surgidos nas porções mais inferiores da estrutura das plantas.

A Figura 32 mostra o acúmulo de MS linear ($P < 0,00001$) no total do período experimental em função do efeito das fertilizações de N realizadas no período favorável ao crescimento das pastagens.

De acordo com a equação de regressão o acúmulo de MS aumentou de 81 kg.ha⁻¹ nas pastagens sem a aplicação prévia de N para 541 kg.ha⁻¹ nas pastagens sob o efeito da dose mais alta de N. Os valores quantificados de acúmulo de MS por período de avaliação e no total estão apresentados no Anexo 27.

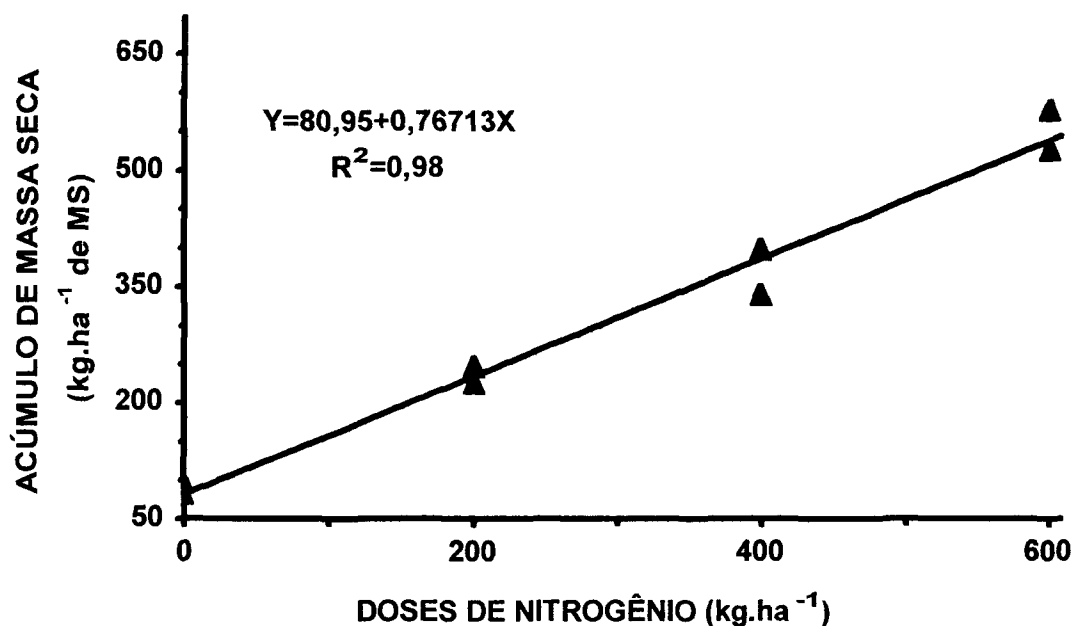


FIGURA 32 – Acúmulo de massa seca na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Os fatores descritos para o aumento da variável taxa de acúmulo de MS foram os mesmos que determinaram o aumento linear do acúmulo de MS, como não poderia deixar de ser, pois o acúmulo de MS expressa em um determinado período de tempo as taxas diárias observadas de acúmulo de MS por ha.

É sabido que os cultivares de *Panicum maximum* mais utilizados no Brasil apresentam rendimento de MS marcadamente estacional. De fato, autores como Corsi e Santos (1995) e Jank (1995); entre outros, mostraram que ocorre declínio marcante do rendimento de MS nos diversos cultivares de *Panicum maximum* a partir dos meses do outono.

O acúmulo de MS ao longo do período experimental foi baixo (Anexo 27) e está de acordo com os resultados observados no trabalho conduzido por do Canto *et al.* (2002b). Eles relataram para o nível de altura de pasto próximo de 60 cm no início do período de diferimento, acúmulo de MS após o período de 70 dias em que a pastagem foi diferida de 287 kg.ha⁻¹. Nesse trabalho foi observado acúmulo de MS de lâminas de folhas verdes, também para o nível de 60 cm de altura e igual período de protelação do pastejo, de 147 kg.ha⁻¹. Uebelle (2002) avaliando pastagens de capim Mombaça, manejadas sob regime de

lotações intermitente, adubadas com 195 kg.ha^{-1} de N e nas condições do Estado de São Paulo, relatou acúmulo de MS total no período do outono e para os resíduos de 30 e 50 cm, respectivamente de 4.050 e de 3.760 kg.ha^{-1} .

Cecato *et al.* (1996) avaliando os cultivares Mombaça e Tanzânia-1 nas condições da região Noroeste do Paraná, porém, em experimento realizado sob condições de corte, verificaram que estes cultivares apresentaram respectivamente 81 e 76% do rendimento de MS no período de crescimento vegetativo. Entretanto, os dados de acúmulo de MS mostrados na Figura 32 não atingiram 5% daqueles observados no total do período da estação de crescimento (Figura 9). Do Canto *et al.* (2001), citados anteriormente, trabalhando nesta mesma área experimental e na estação do inverno investigaram níveis de altura de pasto entre 26,3 a 71,4 cm. Segundo os autores os resultados observados de taxa de acúmulo de MS, estimados igualmente por intermédio de gaiolas de exclusão do pastejo, foram negativos ou senão com valores irrisórios. Como o rebrote de novos perfilhos é fortemente influenciado pelos valores de IAF, pastagens de capim Tanzânia manejadas em regime de lotação contínua e com valores de IAF relativamente elevados causam marcante sombreamento das camadas das plantas mais próximas do solo. Provavelmente em função desse efeito na estação do outono apresentariam acúmulos de MS muito reduzidos. Isso significa que se devem ter cautela na interpretação de dados obtidos de rendimento de MS e que se referem as diferentes estações do ano quando gerados em experimentos de corte, para se extrapolar para situações de pastagens manejadas sob lotação contínua. Na maioria das situações dos experimentos conduzidos sob condições de corte, dependendo do nível de altura em que o corte é realizado, a maior parte das estruturas das plantas e da área foliar com os cortes é removida, o que favoreceria o surgimento e o crescimento de novos perfilhos. Efetivamente isso determinaria a melhoria da luminosidade nas porções basais das plantas, induzindo então o surgimento e o crescimento de novos perfilhos sem a concomitante concorrência dos perfilhos mais velhos já estabelecidos.

4.2.5 PERFILHAMENTO

4.2.5.1 Massa seca de perfilho

Na Tabela 27 podem ser examinados os dados de MS por perfilho observados nas pastagens experimentais, por época de avaliação e na média. Não houve relação significativa ($P>0,05$) entre a massa de perfilho com o efeito das distintas doses de N

aplicadas na estação de crescimento (Anexo 23). A média da MS por perfilho variou de 0,69 a 0,84 g.

Os mesmos fatores que determinaram a falta de relação significativa da MS por perfilho com as taxas de N aplicadas nas pastagens durante o período experimental realizado no verão, possivelmente atuaram de modo a determinar semelhança nos valores da MS por perfilho também neste período experimental realizado no outono.

TABELA 27 – Massa seca de perfilho na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Tratamento	Avaliação				Média
	10/5/2001	26/5/2001	12/6/2001	2/7/2001	
(kg.ha ⁻¹ de N)	(g.perfilho ⁻¹)				
Zero	0,73	0,83	0,65	0,72	0,73
Zero	0,98	0,89	0,70	0,91	0,84
200	0,68	0,61	0,67	0,88	0,69
200	0,84	0,68	0,87	0,86	0,80
400	0,97	0,74	0,89	0,68	0,82
400	0,82	0,65	0,68	0,71	0,70
600	0,86	0,61	0,67	0,72	0,69
600	0,68	0,98	0,77	0,83	0,83

Se compararmos os resultados médios de MS por perfilho da Tabela 27, com os resultados verificados no período normal de crescimento das plantas (Tabela 14), verifica-se que praticamente os valores de MS por perfilho pouco se alteraram. Era de se esperar em função da época aumento da MS individual dos perfilhos. Isso não ocorreu porque provavelmente no transcurso deste período experimental houve o aparecimento de novos perfilhos, não havendo queda da densidade de perfilhos basilares, tal como está mostrado no Anexo 28. Ademais a quantidade de chuvas e possivelmente outras variáveis de meio ambiente no período devem também ter contribuído para que não ocorresse queda acentuada nas populações de perfilhos e elevação da MS por perfilho. Acresce a isso o fato de que existem fatores relacionados à competição interplanta e que podem também interagir com as condições ambientais de modo a influenciar a MS por perfilho.

4.2.5.2 Densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares reprodutivos, densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos e densidade de perfilhos aéreos vegetativos.

A Figura 33 apresenta a relação quadrática ($P < 0,0025$) entre a densidade de perfilhos basilares vegetativos com o efeito das adubações de N. A regressão quadrática, em comparação à regressão linear, apresentou ajuste pouco mais satisfatório para essa relação (Anexo 23). A equação de regressão mostra que as populações de perfilhos basilares vegetativos nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, de 451; 494; 520 e 530 perfilhos.m⁻². Os dados das densidades populacionais de perfilhos basilares em estágio vegetativo estimados durante o período experimental e os seus valores médios constam no Anexo 28.

Os mais altos valores de densidade de perfilhos por m² nas pastagens que receberam as mais altas doses de N na estação de crescimento podem ser explicados principalmente pelo fato de que o N, em certas situações e dependendo do grau de sua deficiência, pode favorecer a indução ao desenvolvimento de gemas no perfilho (Cruz e Boval, 1999). No caso específico do capim Tanzânia, a indução ao desenvolvimento ocorreria quase que somente nas gemas localizadas rente ao solo na base das plantas. O N eleva as densidades de perfilhos basilares em pastagens de capim Tanzânia (Barbosa, 1998).

O comportamento quadrático da variável densidade de perfilhos basilares vegetativos pode estar relacionado principalmente com os valores de IAF mantidos nas pastagens (Figura 29) e ao N disponível no solo para o surgimento e crescimento das novas gerações de perfilhos.

Simon e Lemaire (1997) estudando parcelas estabelecidas de *Festuca arundinacea*, no período do inverno e adubadas com distintas doses de N, mostraram que a densidade de perfilhos atingiu quantias estáveis quando o IAF alcançou valores entre três a quatro, independentemente das doses de N utilizadas, o que para eles indicou que o aumento do número de perfilhos praticamente cessa em valores de IAF = 3. No mesmo experimento de Simon e Lemaire (1997), distintas quantidades de N foram também aplicadas em azevém anual, porém em parcelas com as plantas na fase de estabelecimento. Curvas de respostas semelhantes (número de perfilhos por unidade de área estabilizou em valores de IAF entre três a quatro) as obtidas com *Festuca arundinacea* entre o número de perfilhos por unidade de área e o IAF foram observadas em todas as doses de N testadas.

Entretanto é importante ressaltar que os dados desses autores foram gerados com espécies de forrageiras temperadas. Ademais, pastagens de capim Tanzânia manejadas em níveis de altura pouco superiores aos 50 cm apresentam porte bem mais elevado do que as espécies de azevém perene e de *Festuca arundinacea*. O porte mais elevado pode determinar maior vazio dos espaços nos quais as lâminas das folhas na estrutura das plantas estão distribuídas, havendo em razão disso melhoria da penetração de luz até a base das touceiras, o que permitiria o surgimento de novos perfilhos basilares nestas condições de alto IAF.

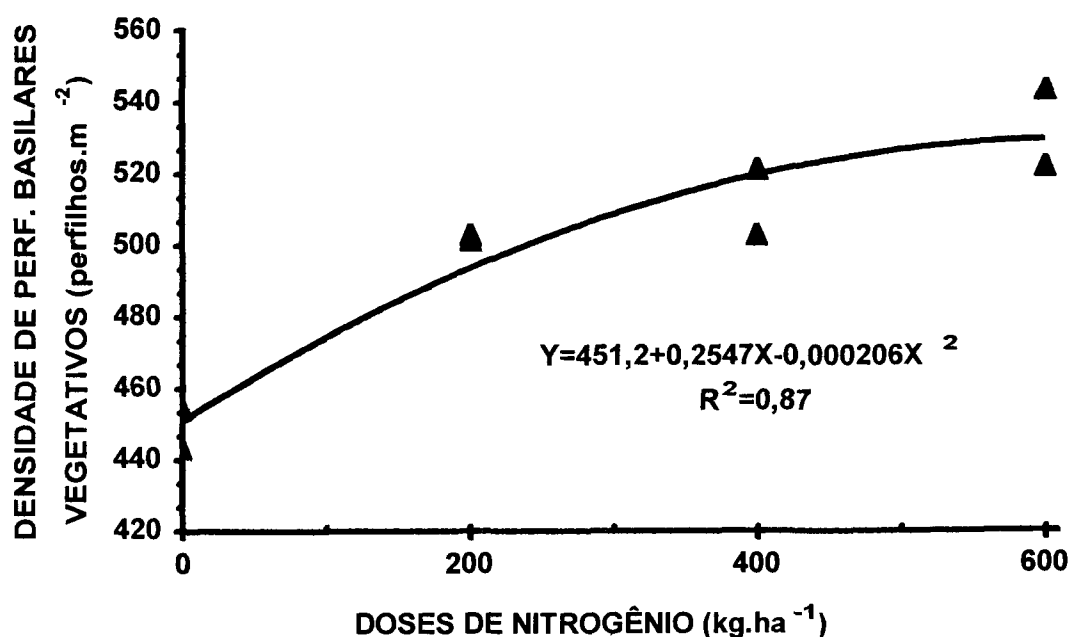


FIGURA 33 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

É conveniente ressaltar que nas avaliações notou-se que parte dos perfilhos vegetativos apresentou colmos alongados. De maneira semelhante ao observado durante os meses da estação de crescimento do verão parcela expressiva dos perfilhos em estágio vegetativo era composta de perfilhos muito jovens, sendo que a maioria destes apresentavam estatura muito reduzida e com apenas um ou dois fitômeros na parte aérea.

Examinando-se o Anexo 28 pode-se verificar que nas pastagens adubadas com N as quantidades de perfilhos basilares vegetativos avaliadas ao longo do período experimental

foram quase que sempre em valores próximos ou pouco superiores a 500 perfilhos.m⁻². Observa-se no anexo 28 que somente em uma das respectivas unidades experimentais dos tratamentos de 200 e de 600 kg.ha⁻¹ de N houve redução com o tempo do número de perfilhos, sendo que nas demais pastagens previamente adubadas com N as populações de perfilhos permaneceram em densidades populacionais relativamente estáveis. Provavelmente a quantidade de chuvas de 325,7 mm durante o período experimental (Tabela 3) contribuiu para que as densidades populacionais de perfilhos vegetativos, em todas as pastagens experimentais, permanecessem com valores ainda próximos aos quantificados na estação de crescimento (Figura 10).

A Figura 34 mostra a densidade de perfilhos basilares que apresentavam inflorescências das pastagens experimentais em função das doses N avaliadas. A regressão quadrática ($P < 0,0008$) apresentou o melhor ajuste para a relação (Anexo 23). A densidade de perfilhos basilares reprodutivos, à medida que foi aumentada a quantidade de N aplicada na estação de crescimento prévia, se elevou, até um certo ponto, a partir do qual houve redução do número de perfilhos florescidos por m². Pela equação de regressão pode se verificar que a densidade de perfilhos basilares reprodutivos nos tratamentos das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N foram, respectivamente, 21; 30; 33 e 31 perfilhos.m⁻². Os valores quantificados de população de perfilhos basilares reprodutivos por unidade experimental, época de amostragem e os seus valores médios, estão apresentados no Anexo 28.

Ao que parece o aumento da densidade de perfilhos florescidos foi uma decorrência do aumento da densidade de perfilhos basilares verificada durante o decurso da estação de crescimento (Figura 10). Um outro fator que pode ter influenciado os valores estimados de densidade de perfilhos basilares em estágio reprodutivo foi à carga animal mais elevada nas pastagens que receberam as maiores aplicações de N. Isso ocorreu durante o período normal de crescimento das pastagens (Figura 23), como no caso deste período experimental (Figura 40). O maior número de animais poderia aumentar a probabilidade de desfolha dos perfilhos em florescimento, o que determinaria redução numérica da variável apresentada na Figura 34. É provável que parcela das inflorescências foi cortada pelos animais em pastejo durante os meses de abril e ao longo do presente período experimental. Parcela das inflorescências que estavam ainda no interior do envoltório das bainhas dos perfilhos podem ter sido também pastejadas a partir do final do mês de março.

Em comparação ao número de perfilhos em estágio vegetativo (Figura 33) as densidades de perfilhos reprodutivos observadas nas unidades experimentais foram reduzidas. As proporções das densidades de perfilhos basilares reprodutivos, em relação às

densidades de perfilhos basilares vegetativos, foram pouco inferiores em relação àquelas verificadas por do Canto *et al.* (2002a).

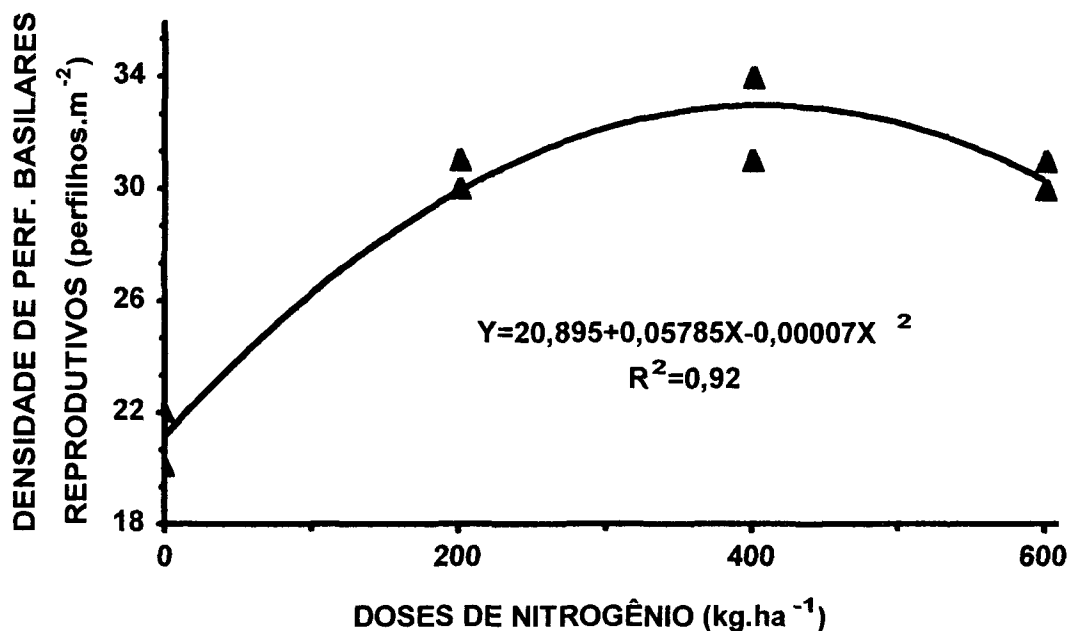


FIGURA 34 – Densidade de perfilhos basilares reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

A Figura 35 apresenta a regressão quadrática entre a densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos com os tratamentos de adubação nitrogenada. As densidades totais de perfilhos basilares nos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N, conforme a equação de regressão da Figura 35, foram respectivamente, de 480; 525; 552 e de 561 perf. bas. m⁻². No Anexo 23 pode ser constatado que a regressão linear foi do mesmo modo altamente significativa ($P < 0,0018$) e apresentou coeficiente de determinação igual a 0,79. Pelo fato da regressão quadrática ter apresentado também alto nível de probabilidade ($P < 0,0035$) e coeficiente de determinação pouco mais elevado ($R^2 = 0,85$), em comparação ao obtido na regressão linear, portanto com ajuste pouco mais satisfatório, optou-se pelo modelo quadrático. Os dados avaliados de densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos durante o período experimental estão apresentados no Anexo 28.

As causas mais prováveis do comportamento da densidade populacional de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos, em função das doses de N aplicadas previamente no período favorável ao crescimento das pastagens, são as mesmas que foram expostas para

explicar o comportamento quadrático da densidade populacional de perfilhos basilares vegetativos (Figura 33).

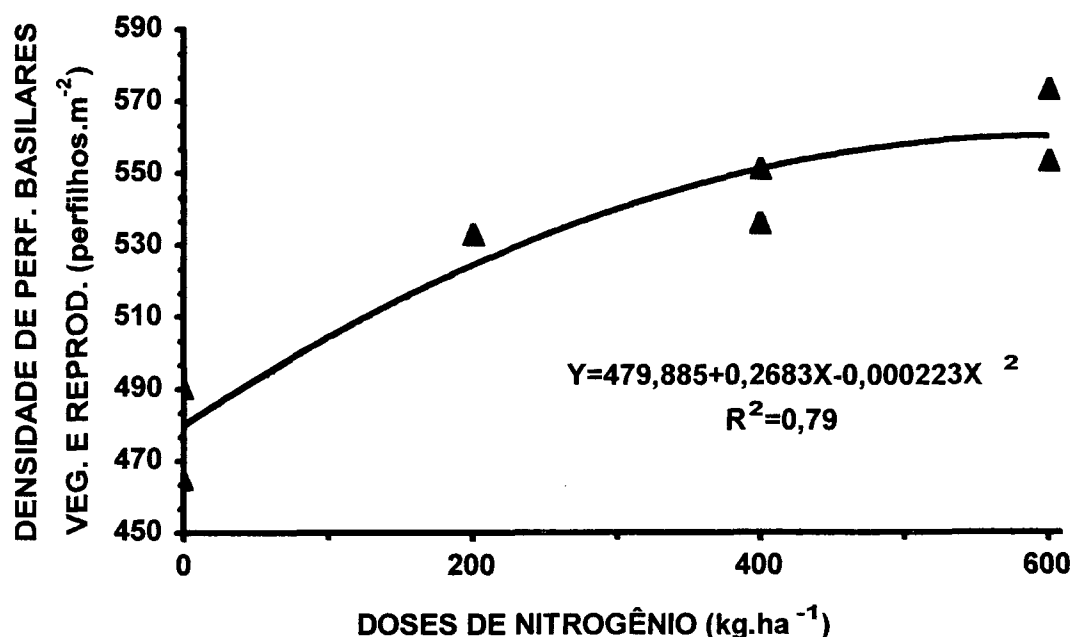


FIGURA 35 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

As densidades populacionais médias de perfilhos por m² foram mais elevadas em relação às verificadas no outono por Uebelle (2002), trabalhando com o cultivar Mombaça e por Santos (1997), com os cultivares Tanzânia-1 e Mombaça. Possivelmente as mais altas densidades de perfilhos verificadas se devem, em parte, em razão de que nesses experimentos (Santos, 1997; Uebelle, 2002) o método de pastejo das lotações intermitentes foi utilizado e às fertilizações com N terem sido mais baixas.

Na Tabela 28 encontram-se apresentados os valores de densidades de perfilhos aéreos vegetativos, avaliados ao longo do período experimental e na média. Não houve relação funcional ($P > 0,05$) entre a variável da Tabela 28 com os tratamentos de fertilização de N (Anexo 23). Observa-se pela Tabela 28 que nas diferentes unidades experimentais a densidade populacional média de perfilhos aéreos vegetativos variou de 5,8 a 14,4 perfilhos.m⁻².

TABELA 28 – Densidade de perfilhos aéreos vegetativos na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 - 10/7/2001.

Tratamento (kg.ha ⁻¹ de N)	Avaliação				Média
	8/5/2001	27/5/2001	16/6/2001	5/7/2001	
	(perfilhos.m ⁻²)				
Zero	7	6	4	8	5,8
Zero	5	11	9	3	8,1
200	12	16	15	12	14,4
200	13	8	3	14	8,2
400	16	2	11	15	9,3
400	9	13	7	4	9,0
600	9	7	6	11	11,7
600	12	14	3	15	10,2

Vale observar que não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram o efeito do aumento da dose de N sobre o comportamento da densidade de perfilhos aéreos em pastagens de capim Tanzânia. Perfilhos aéreos vegetativos em pastagens de capim Tanzânia apresentam populações reduzidas e por causa disto contribuem pouco para o rendimento de MS (do Canto *et al.*, 2002a). Os perfilhos aéreos neste período experimental devem pouco ter contribuído também para a dieta dos animais em pastejo. Os resultados de densidade populacional de perfilhos aéreos vegetativos do experimento conduzido por do Canto *et al.* (2002a) são concordantes com os baixos valores apresentados na Tabela 30. Mais recentemente, Uebelle (2002) mostrou que as proporções de perfilhos aéreos, em relação às proporções de perfilhos basilares em pastagens de capim Mombaça, são igualmente muito reduzidas.

4.2.6 QUALIDADE DA FORRAGEM

4.2.6.1 Proteína bruta

A relação da concentração de PB das amostras representativas da qualidade da forragem ingerida pelos animais com os tratamentos de N está mostrada na Figura 36. Pela Figura 36 constata-se que houve acréscimo linear ($P < 0,000001$) da concentração de PB à medida que maior foi a quantidade de N aplicada na estação de crescimento. Conforme a

equação de regressão a concentração de PB na MS variou de 88 g.kg⁻¹ no tratamento sem à aplicação de adubação com N a 163 g.kg⁻¹ no tratamento da dose de 600 kg.ha⁻¹ de N. Os valores da concentração de PB referentes à metade superior da estrutura das plantas de capim Tanzânia, avaliados durante este período experimental, nas distintas pastagens experimentais e os seus valores médios podem ser analisados no Anexo 29.

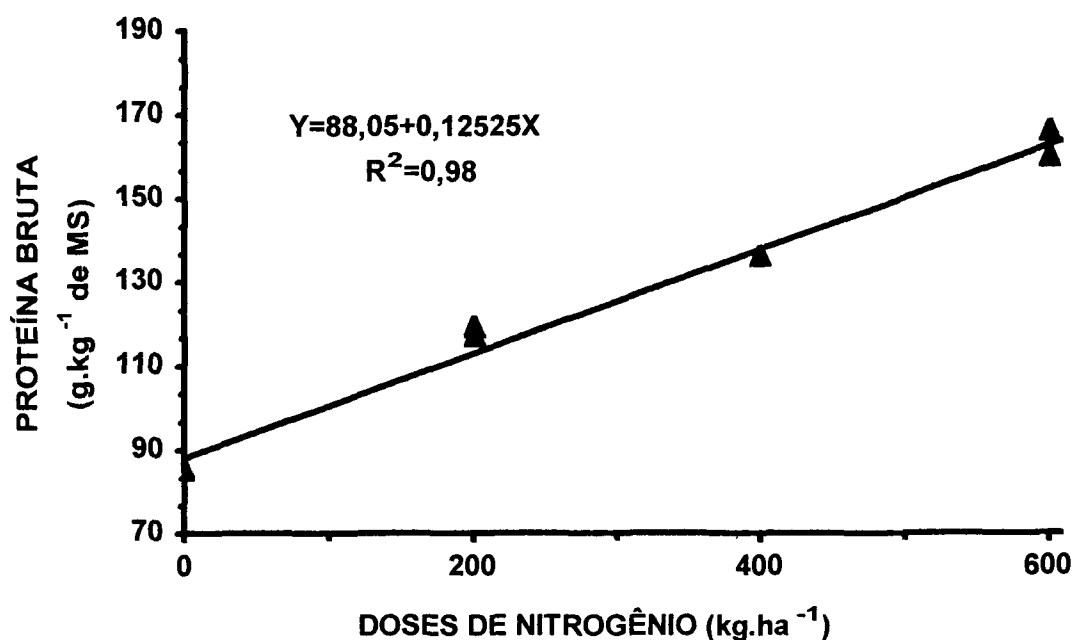


FIGURA 36 – Proteína bruta de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

A elevação do conteúdo de PB na MS apresentado na Figura 36, onde é mostrado que isto ocorreu nas pastagens adubadas com as mais altas doses de N no período favorável ao crescimento, pode ser explicado provavelmente pelas mais altas quantidades de N disponíveis no solo das pastagens destes tratamentos. Maior quantidade de N disponível determinou plantas de azevém perene com maior concentração de N na MS e nas lâminas das folhas (Robson e Deacon, 1978).

Grande número de trabalhos atribui aos reduzidos teores de PB o baixo desempenho por animal no período imediatamente após a estação de crescimento e durante a estação seca e que tem sido normalmente observado nas pastagens das gramíneas tropicais. Entretanto, na literatura os trabalhos de Davison *et al.* (1985a) e Robbins *et al.* (1987) demonstraram que maiores taxas de aplicação de N, quando realizadas nas estações da

primavera ou do verão prévias, elevam os percentuais de PB da forragem disponível de pastagens de *Panicum maximum* no período seco.

No período em que as pastagens de capim Tanzânia foram avaliadas os resultados mostraram que permaneceu alta a concentração de PB da forragem disponível nas pastagens (Anexo 29). Sendo assim, os animais provavelmente puderam selecionar forragem com alto valor de PB e isto ocorreu principalmente nas unidades experimentais em que aplicações de N foram realizadas. Quanto aos valores de PB verificados nas amostras das pastagens “selecionadas” pelos animais sem à aplicação de N na estação de crescimento prévia, média de $8,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de MS, este valor de concentração de PB na MS pode ser considerado principalmente como efeito residual das aplicações das doses de N de $250 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ realizadas nas duas estações de crescimento anteriores, conforme descrito precedentemente.

Brâncio *et al.* (2002) citam para o mês de junho, ao adubarem pastagens de capim Tanzânia com 50 ou 100 kg.ha^{-1} de N e manejadas sob lotação intermitente, que houve acréscimo leve do percentual de PB das folhas na dose mais alta de N, avaliada no resíduo de MS de antes da entrada dos animais e após o pastejo. Valores de PB entre 10 a 11% nessas com essas doses de N mencionadas foram relatados por Brâncio *et al.* (2002) para o mês de junho.

O resultado mostrado na Figura 36 indica que a concentração de PB da forragem “selecionada” pelos animais em pastejo pode ter influenciado o GMD dos tourinhos (Figura 38). No que se refere às pastagens que não foram adubadas com N, devemos considerar que não foram encontrados trabalhos na literatura demonstrando que a categoria animal utilizada seja capaz de eficientemente selecionar partes de plantas com valores de PB mais elevados em relação à média de PB das plantas presentes na pastagem.

4.2.6.2 Digestibilidade da massa seca

A Figura 37 mostra a relação linear ($P < 0,0435$) entre a digestibilidade “*in vitro*” da MS das amostras da metade superior da estrutura das plantas com os tratamentos de N estudados. Mais alta concentração de digestibilidade da MS foi constatada nas amostras das pastagens que receberam as mais elevadas doses de N na estação de crescimento. Pode-se afirmar que, na média a variação da concentração de digestibilidade da MS entre os tratamentos de N foi reduzida, sendo de 612 g.kg^{-1} na ausência da adubação nitrogenada a 644 g.kg^{-1} nas pastagens da dose de 600 kg.ha^{-1} de N. Os valores de digestibilidade da

dieta representativa daquela “selecionada” pelos animais na pastagem, por época de amostragem e na média, podem ser examinados no Anexo 29.

A maioria dos trabalhos que investigaram o efeito de doses distintas de N sobre a digestibilidade da MS da forragem foram realizados com espécies de gramíneas temperadas, em experimentos conduzidos sob condições de corte e durante a época favorável ao crescimento. Além disso, no tocante ao valor da concentração de digestibilidade da MS, geralmente estes se referem ao total da estrutura da parte aérea das plantas. Consta na literatura, que parcela expressiva desses trabalhos demonstrou que não ocorre efeito do aumento da taxa de aplicação de N sobre a digestibilidade da MS. Quanto ao efeito de fertilizações com N aplicadas na primavera e verão, sobre a estação do outono, na digestibilidade das partes das plantas de gramíneas tropicais consumidas por animais em pastejo, as informações disponíveis são ainda muito precárias.

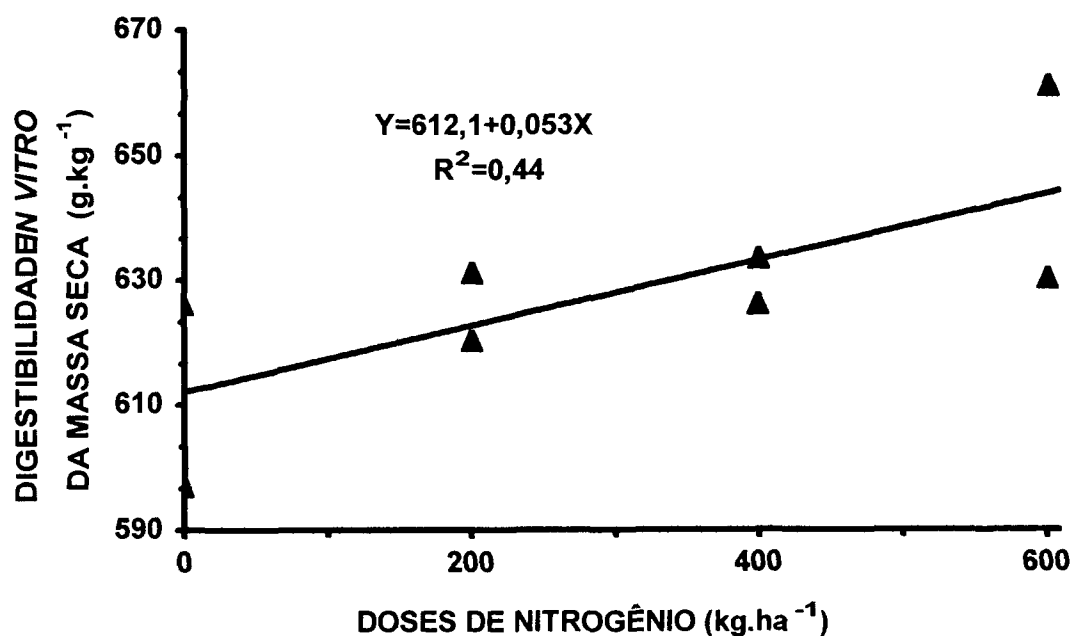


FIGURA 37 – Digestibilidade “*in vitro*” da massa seca de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Os trabalhos de Wilson (1973) e de Wilson e tMannetje (1978) realizados com cultivares do gênero *Panicum maximum*, demonstraram que grandes diferenças de adubações com N podem determinar aumento de somente uma ou duas unidades

percentuais da digestibilidade da MS das lâminas das folhas. Uma outra possível explicação para o comportamento da digestibilidade da MS seria em razão de que a forragem coletada nas amostragens nas pastagens das mais altas doses de N teria menor idade. É sabido que durante o período reprodutivo das pastagens de gramíneas ocorre paralisação do alongamento das lâminas de folhas nos perfilhos reprodutivos, conforme foi mencionado anteriormente. Entrementes, no caso do presente período experimental a densidade das populações de perfilhos basilares que apresentavam estruturas reprodutivas foi muito inferior àquelas que se encontravam no estágio vegetativo, conquanto parcela considerável dos perfilhos basilares apresentasse colmos alongados. Maior disponibilidade de N no solo poderia ter ocasionado, imediatamente após o término da fase reprodutiva dos perfilhos, retomada mais rápida do alongamento das lâminas de folhas dos perfilhos em estágio vegetativo nas pastagens das mais altas taxas de aplicação de N.

Os dados de digestibilidade da MS apresentados no Anexo 29 revelam que estes permaneceram em valores relativamente constantes durante este período experimental. O resultado do efeito do “stress” de água sobre a digestibilidade da MS de gramíneas tropicais é variável (Wilson, 1983). Entretanto, segundo o mesmo autor, geralmente ciclos curtos de períodos de seca podem elevar a digestibilidade da MS de plantas do cultivar de *Panicum maximum* Green Panic. Ainda de acordo com Wilson (1983) isso tem sido usualmente atribuído ao menor declínio da digestibilidade da MS das folhas à medida que estas envelhecem.

Valores altos de PB e de digestibilidade na forragem disponível, verificados após o período normal da estação de crescimento, já tinham sido constatados em pastagens de capim Tanzânia nos experimentos de Machado *et al.* (1998) e do Canto *et al.* (2002a), ambos conduzidos na região Noroeste do Paraná. Os mais baixos valores de digestibilidade da MS apresentados na Figura 37, em comparação aos reportados por esses autores, podem estar relacionados ao efeito do N na longevidade de vida das folhas, tal como está demonstrado na Figura 20.

Os valores médios relativamente altos de PB e de digestibilidade da forragem representativa daquela “consumida” pelos animais em pastejo devem ser atribuídos às condições climáticas que predominaram no outono (Tabela 3), as condições de fertilidade do solo (Tabela 5), as características genéticas e anatômicas do cultivar Tanzânia-1 e das adubações de N aplicadas na área experimental desde a sua implantação.

Os dados obtidos de PB (Figura 36) e de digestibilidade da MS (Figura 37) demonstram a importância das adubações nitrogenadas na qualidade da forragem que pode ser consumida pelos animais no período subsequente da estação de crescimento. Os

valores de PB e de digestibilidade obtidos se explicam também em razão de que, as amostras cortadas para estimativa da qualidade da forragem foram compostas em sua maior parte de lâminas de folhas verdes.

Interessante notar que nos tratamentos que houve a aplicação de N os valores percentuais de PB e de digestibilidade da forragem são suficientes para que os animais atingissem GMD tal como foi observado (Figura 38) ou ainda pouco superiores. Por outro lado, o corte de 50% da parte aérea dos perfilhos removeu simultaneamente pequenas frações de bainhas e isto provavelmente resultou em leves reduções das concentrações de PB e de digestibilidade avaliadas.

4.2.6.3 Fibra detergente neutro

Na Tabela 29 podem ser analisadas as concentrações de FDN das amostras que buscaram representar a qualidade da forragem consumida pelos animais em pastejo, conforme a época de avaliação e na média. Os montantes de N aplicados nas pastagens durante a estação de crescimento não afetaram ($P>0,05$) a concentração de FDN (Anexo 23). Verifica-se na Tabela 29 que as médias de FDN variaram de 63,9 a 66,6 g.kg^{-1} de MS. Os valores de FDN estimados ao longo do período experimental variaram de 63,6 a 69,0 g.kg^{-1} de MS.

TABELA 29 – Fibra detergente neutro de amostras de forragem da metade superior da estrutura das plantas, na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio, por época de avaliação e na média – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Tratamento	Avaliação			
	4/5/2001	6/6/2001	4/7/2001	Média
(kg.ha^{-1} de N)	(g.kg ⁻¹ de MS)			
Zero	66,1	66,8	66,2	66,5
Zero	68,0	64,6	64,4	65,5
200	69,0	65,0	67,3	66,6
200	67,0	66,4	65,4	66,4
400	67,0	64,9	64,0	65,3
400	64,7	65,9	65,1	65,4
600	64,0	63,9	63,6	63,9
600	67,4	65,8	66,0	66,3

São muito poucos os trabalhos com cultivares de *Panicum maximum* que visaram avaliar o efeito de doses de N, aplicadas na estação normal de crescimento, sobre a concentração de FDN da dieta selecionada por bovinos de corte em pastejo no período abrangido pelo outono. Os valores médios de FDN mostrados na Tabela 29 são pouco inferiores aos encontrados em pastagens de capim Mombaça por Martinichen (2003). Nesse estudo de pastejo foram verificados valores médios de FDN de 69,1 e de 70,6% nas lâminas das folhas, respectivamente nas pastagens mantidas com plantas com baixas estruturas e com plantas com altas estruturas.

Conforme a discussão anterior referente às concentrações de FDN do período normal de crescimento exposta no item 4.1.6.3, geralmente nos experimentos de corte realizados com espécies de gramíneas tropicais e subtropicais não tem sido constatados efeito do aumento de adubações de N sobre os percentuais de FDN.

Exceto para os valores das concentrações de PB (variação de 75 g.kg⁻¹ de MS entre os tratamentos), as quantidades de N aplicadas anteriormente não ocasionaram diferenças marcantes nas concentrações de digestibilidade e de FDN nas pastagens experimentais. Conquanto tenha sido constatado efeito do aumento da dose de N na digestibilidade da MS (Figura 37), a variação da concentração de FDN entre a dose nula e a maior dose de N investigada foi relativamente baixa, somente de 32 g.kg⁻¹ de MS.

4.2.7 RESPOSTA ANIMAL

4.2.7.1 Ganho médio diário e ganho de massa corporal acumulada

A Figura 38 mostra o acréscimo no GMD dos animais em resposta ao efeito da adubação nitrogenada aplicada na estação de crescimento prévia. A significância do modelo linear foi de $P < 0,00039$. Conforme a equação de regressão os respectivos tratamentos de adubação nitrogenada zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinaram nos tourinhos desempenho por animal de 0,468; 0,494; 0,521 e de 0,548 kg.dia⁻¹. Os GMD obtidos na média do período experimental podem ser examinados no Anexo 30.

O aumento do GMD dos animais pode ser considerado como decorrência das maior quantidade instantânea de MLFV por unidade de área disponível nas pastagens das mais altas doses de N (Figura 28). A causa provável mais importante que determinou a

linearidade do GMD individual dos tourinhos nessas pastagens pode ter sido o maior consumo de lâminas de folhas verdes e com concentrações de PB mais elevadas.

O efeito do aumento da dose de N adicionado às pastagens na estação de crescimento prévia sobre o acréscimo na taxa diária de ganho de massa corporal dos animais entre os tratamentos foi baixa. A diferença verificada, de acordo com a equação de regressão da Figura 33, foi de somente 80 g a favor dos animais das pastagens com a quantidade de 600 kg.ha⁻¹ de N, em comparação aqueles das pastagens sem a fertilização nitrogenada.

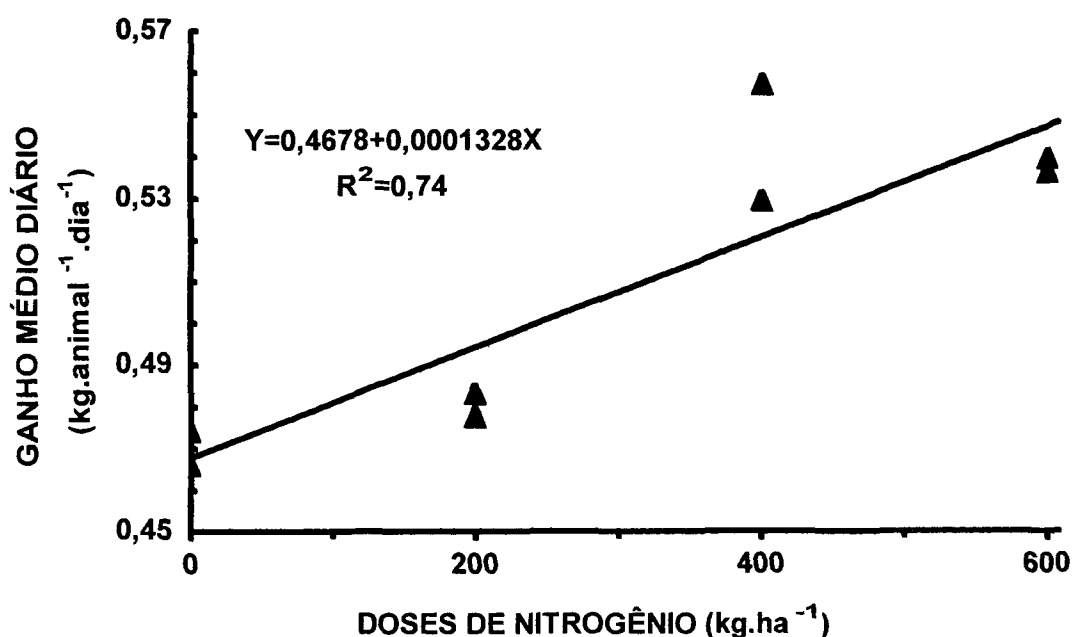


FIGURA 38 – Ganho médio diário de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

No presente trabalho os animais foram distribuídos nas unidades experimentais ao acaso da seguinte maneira. Os primeiros animais que passaram pelo tronco de contenção da mangueira formaram o lote de animais destinados ao piquete número um, o segundo para o piquete número dois e assim por diante, até o último piquete de número oito. Embora os animais que permaneceram nas pastagens da maior quantidade de N apresentassem em média massa corporal pouco maior (média da massa corporal de todos os animais testadores foi de 195,3 kg após o jejum), em comparação aqueles das pastagens sem

aplicações de N e com a média mais baixa de massa corporal (média de 163,8 kg após jejum), no início deste período experimental (Anexo 2), aparentemente isto não influenciou nos resultados de GMD. Isso aconteceu porque se seguiu o critério de que a distribuição dos animais nas unidades experimentais deve ser aleatória, não devendo ser baseada na escolha de animais com massa corporal equivalentes para posterior distribuição entre as pastagens dos tratamentos. Nas pastagens com as doses de N intermediárias, vê-se pelo Anexo 2, que no início do período experimental a casualidade na distribuição dos animais determinou distribuição pouco mais homogênea, no tocante à massa corporal dos animais utilizados como testadores.

Na literatura referente às pastagens dos cultivares de *Panicum maximum*, se verifica que existem proporcionalmente poucos trabalhos voltados para os bovinos das categorias animais mais jovens, especialmente aqueles conduzidos em pastagens destes cultivares adequadamente manejadas e adubadas. O desempenho individual observado dos tourinhos da raça Nelore, considerando que estes tinham sido há pouco desmamados e a época em que o experimento foi conduzido, podem ser considerados como satisfatórios. Deve ser levado em consideração que no Estado do Paraná na estação do outono as pastagens de inverno ainda não estão disponíveis para serem utilizadas e o custo do fornecimento de alimentos concentrados ou de forragens conservadas geralmente não são baixos. Nesse contexto os resultados evidenciam o efeito benéfico da fertilização de N nas pastagens de capim Tanzânia sobre a taxa de ganho por animal.

A aparente contradição verificada na resposta de desempenho por animal verificada neste período (Figura 38), em comparação ao período da estação de crescimento (Tabela 20), leva a supor que alterações no GMD de bovinos em pastejo frente à fertilização nitrogenada das pastagens permanentes de gramíneas tropicais podem ser mais prováveis de ocorrer especialmente após a estação de crescimento.

É certo com base na literatura que a melhoria da taxa de ganho por animal de bovinos em pastejo é condicionada a um aumento da qualidade e/ou da quantidade de forragem disponível na pastagem. Entretanto, verificou-se que neste período experimental houve redução marcante da oferta de forragem (Figura 43) nas pastagens com as mais altas adubações com N, sendo que estas determinaram nos animais os mais altos GMD. Conquanto o modelo quadrático tenha apresentado ajuste mais satisfatório, houve clara redução nos valores de oferta de lâminas de folhas verdes (Figura 44) nas pastagens contempladas com as maiores doses de N na estação de crescimento. Isso indica que fatores relacionados à estrutura e a morfologia das plantas na pastagem poderiam estar determinando diferenças quantitativas no consumo de forragem dos animais.

O GMCA observado nos diferentes tratamentos de adubação nitrogenada é mostrado na Figura 39. O GMCA dos animais em pastejo aumentou nas pastagens com as mais altas quantidades de N aplicadas na estação de crescimento. A relação foi linear positiva e altamente significativa ($P < 0,00022$) (Anexo 31). O GMCA médio variou de 27,1 kg.animal⁻¹ na ausência da adubação nitrogenada a 32,0 kg.animal⁻¹ nas pastagens que receberam na estação de crescimento prévia dose de 600 kg.ha⁻¹ de N. Os dados de GMCA conforme a unidade experimental estão listados no Anexo 30.

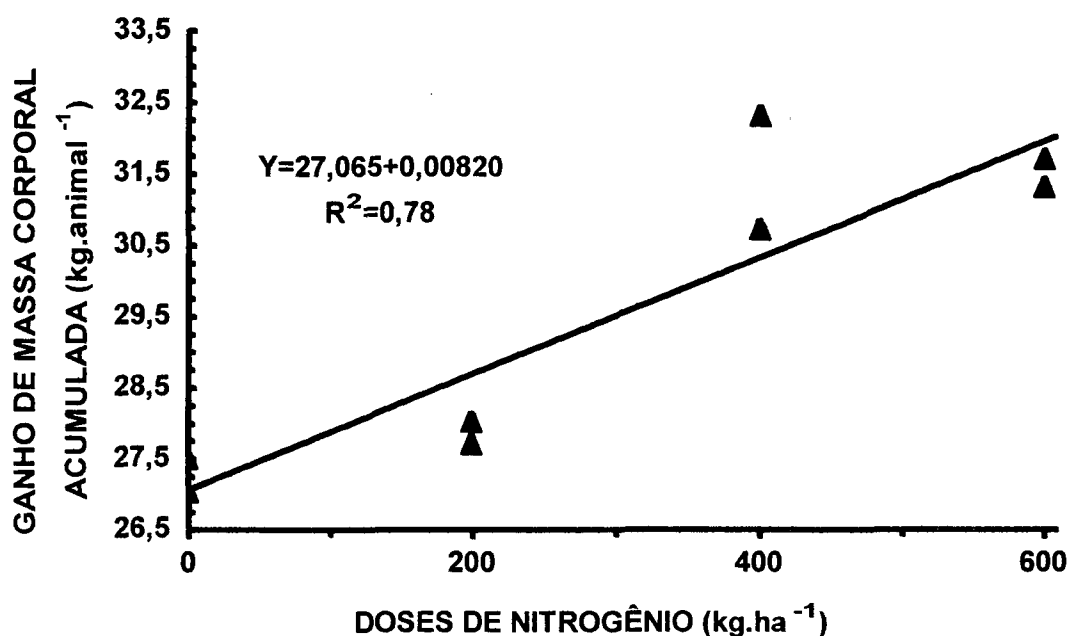


FIGURA 39 – Ganho de massa corporal acumulada de tourinhos Nelore na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

A explicação para o aumento linear do GMCA dos animais nas pastagens adubadas anteriormente com as maiores doses de N suporta-se no fato de que, esta variável demonstra para o total do período experimental o somatório das taxas de ganho por animal (GMD), tal como está apresentado na Figura 38.

Em função dos resultados observados de GMCA pode-se esperar que os animais apresentem idade de abate pouco antes de completarem 24 meses de idade, se mantidos até o término da fase de recria e durante o período de acabamento em pastagens de capim Tanzânia. Os resultados médios de GMCA por animal durante a estação de crescimento (Tabela 21) comprovam isso.

A importância dos animais atingirem condição para o abate mais cedo, por exemplo em um sistema de produção de gado de corte que realiza ciclo completo (cria, recria e engorda), reside em que isto determina mudança na composição do estoque das diferentes categorias animais. Isso se refletiria no aumento das proporções relativas das áreas de pastagens destinadas as vacas de cria e a recria de fêmeas.

Os resultados de GMCA por animal verificados, considerando-se o período do ano em que foram obtidos, contrastam com os que são geralmente observados nos sistemas tradicionais de produção de bovinos de corte do Estado. Tem de novo, porém, o fato de mostrar que pastagens de capim Tanzânia, manejadas e adubadas de acordo com conceitos técnicos, prescindem da utilização de alimentos concentrados ou mesmo de suplementos alimentares de forma que os animais possam manter taxas de crescimento relativamente altas no período logo após o desmame.

4.2.7.2 Carga animal e número de animais.dia

O aumento da dose de N aplicada na estação de crescimento determinou aumento da capacidade de carga animal, conforme é mostrado na Figura 40. O modelo linear ($P < 0,0004$) foi o que melhor se ajustou a relação do efeito das doses de N com a carga animal suportada (Anexo 31). De acordo com a equação de regressão o efeito das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N condicionaram respectivamente nas pastagens carga animal de 335, 476, 612 e de 750 kg.ha⁻¹. Esses resultados eqüivalem a valores de taxa de lotação animal, expressa em U. A. (animal com 450 kg de massa corporal e que não esteja em fase de lactação), de 0,74; 1,06; 1,36 e de 1,66 por ha. Os dados de carga animal verificados nas diferentes unidades experimentais, ao longo do período experimental e na média, estão apresentados no Anexo 32.

O aumento linear da carga animal nas pastagens das mais elevadas taxas de adubação de N, pode ser considerado principalmente como efeito subsequente das quantidades de MF mantidas na estação de crescimento (Figura 3), bem como daquelas no presente período experimental (Figura 27). É possível que a maior quantidade de N disponível no solo influenciou positivamente a TEF e também o surgimento e o crescimento de perfilhos das pastagens das altas taxas de adubação com N. Isso deve ter contribuído para que nas pastagens das altas doses de N a quantidade de MF, mesmo com o aumento da carga animal, se mantivesse relativamente constante.

Em função das condições ambientais do outono que determinou taxas muito reduzidas de acúmulo de MS (Figura 31) a carga animal suportada nas pastagens experimentais neste período experimental foi baixa. No Anexo 32 pode ser observado que a carga animal pouco variou ao longo do período experimental. Por outro lado, pode-se observar que ao final deste período experimental os níveis de altura de pasto se reduziram (Anexo 3). Os resultados de carga animal mostrados na Figura 40, se comparados aos verificados por Teixeira (1998) nas condições do Estado de São Paulo, em pastagens de capim Tobiatã manejadas sob lotação intermitente e num período similar do ano, são inferiores. No entanto, as condições climáticas da estação do outono do Estado de São Paulo, em comparação as que predominam na região Noroeste do Paraná, são mais favoráveis ao crescimento dos cultivares do gênero *Panicum maximum*.

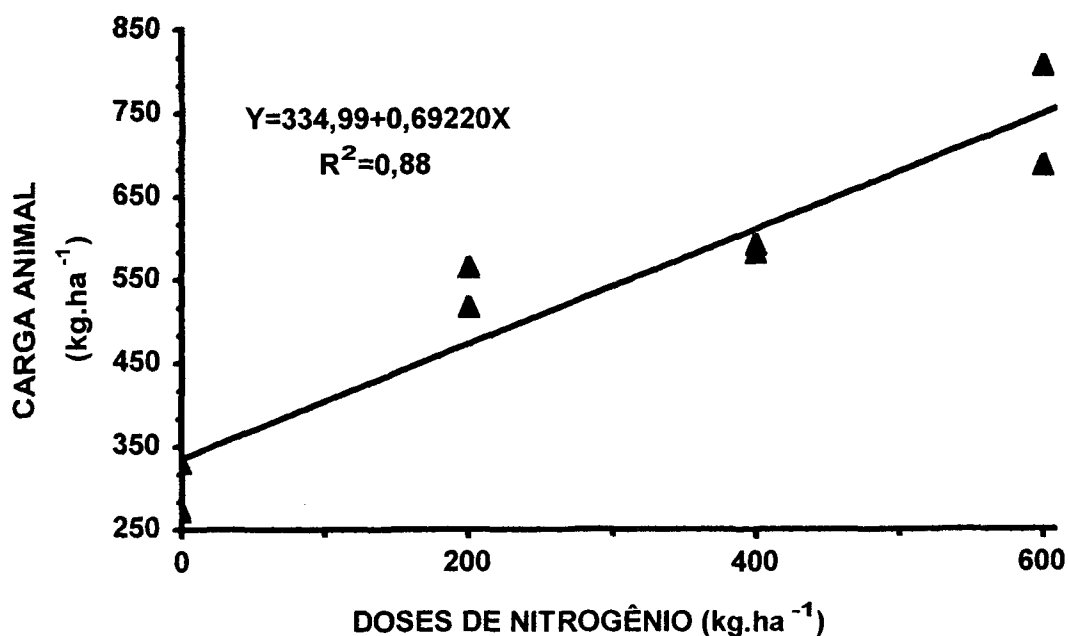


FIGURA 40 – Carga animal na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

O número de animais.dia por ha verificado nos diferentes tratamentos de N estudados está apresentado na Figura 41, onde se vê, que houve aumento linear ($P < 0,0004$) desta variável à medida que aumentou a quantidade de N aplicada na pastagem na estação de crescimento prévia. O efeito das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N condicionou nas pastagens número de animais.dia por ha de 108; 143; 177 e de 212,

respectivamente. Os valores estimados de animais.dia do período experimental e os seus valores médios, estão apresentados no Anexo 32.

As mesmas razões expostas para explicação da relação funcional da carga animal com o efeito das adubações de N determinaram semelhantemente o comportamento da variável número de animais.dia. As variáveis número de animais.dia e carga animal expressam, ambas, valores de taxa de lotação de animais em pastejo por unidade de área.

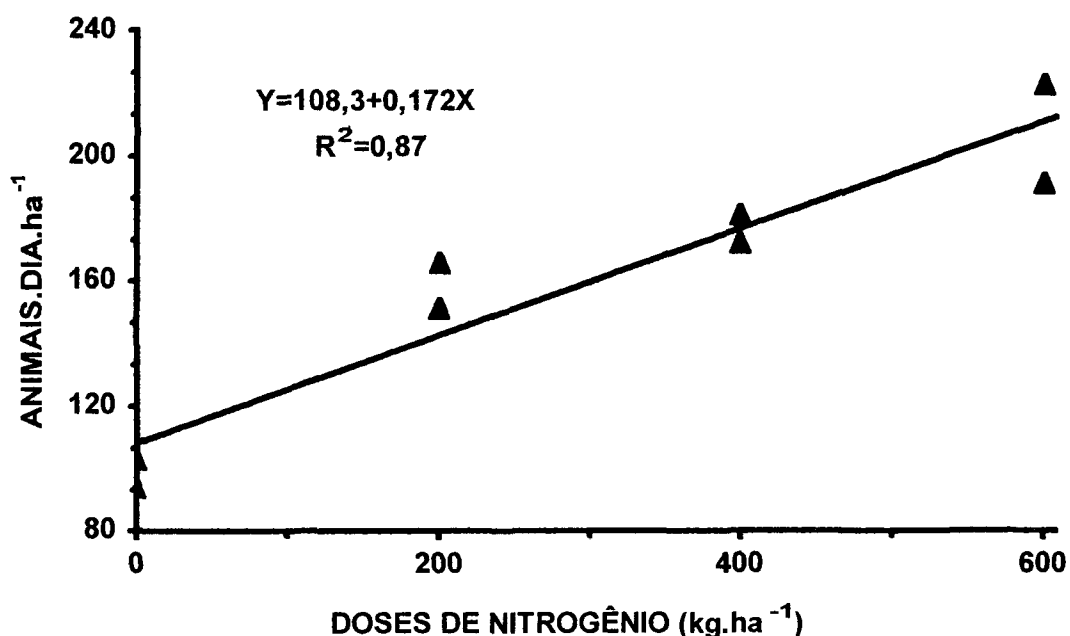


FIGURA 41 – Número de animais.dia por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

4.2.7.3 Rendimento animal por ha

A Figura 42 mostra a relação linear ($P<0,00001$) entre o rendimento animal por unidade de área e o efeito das diferentes doses de N. Com o aumento da dose de N aplicada previamente ocorreu aumento do rendimento animal, que neste período experimental variou de 50 a 115 kg.ha⁻¹. O efeito das doses intermediárias, de 200 e 400 kg.ha⁻¹ de N, resultou em rendimento animal por unidade de área de 72 e de 93 kg.ha⁻¹, respectivamente nestes tratamentos. Os resultados do rendimento animal por ha observados por unidade experimental podem ser vistos no Anexo 32.

O aumento linear do desempenho por animal (Figura 38) e do número de animais.dia por ha (Figura 41) determinou elevação do rendimento animal por ha nas pastagens das mais altas doses de N.

O rendimento animal médio de 115 kg.ha⁻¹ observado no tratamento da dose de 600 kg.ha⁻¹ de N é inferior aos obtidos por do Canto *et al.* (2002a) no período do inverno. Porém, conforme relatado precedentemente, o trabalho conduzido por esses autores foi realizado em período de meses distinto (inverno) e as pastagens experimentais foram favorecidas por um período prévio de diferimento.

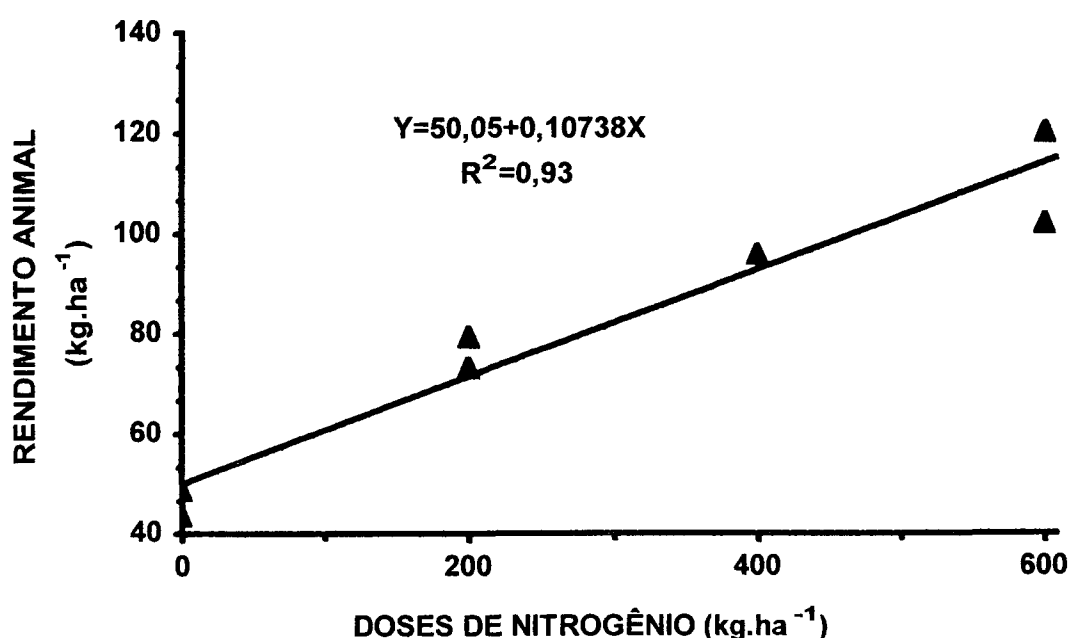


FIGURA 42 – Rendimento animal por ha na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Os efeitos residuais de altas fertilizações nitrogenadas nas pastagens de forrageiras temperadas (Jarvis *et al.*; 1995; Ledgard *et al.*, 1998) e tropicais (Mott *et al.*, 1970), realizadas na estação de crescimento tem sido demonstrado que perduram por longo período de anos.

Os dados de rendimento animal por ha obtidos neste período experimental (Figura 42), somados aos do período experimental do verão (Figura 25) atingiram os seguintes valores: 499; 854; 1207 e 1562 kg.ha⁻¹, para os respectivos tratamentos de fertilização nitrogenada zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹. Esses resultados evidenciam que pastagens de capim Tanzânia na região Noroeste do Paraná apresentam elevado potencial de rendimento

animal por ha em resposta ao N. Vale ressaltar que isso significa que a produção de bovinos de corte em pastagens desse cultivar pode apresentar alta lucratividade e rivalizar com outras atividades agrícolas, inclusive com a produção de grãos de soja e de milho.

Na região do Município de Maringá parcela expressiva da sua área rural tem sido praticamente sempre utilizada com os cultivos anuais de grãos de verão e de inverno. Nos últimos três anos, principalmente a cultura de soja e a de milho no Noroeste do Estado do Paraná tem ocupado cada vez mais áreas de pastagens anteriormente usadas para a produção de bovinos de corte. Isso tem acontecido especialmente após o advento da utilização de técnicas de dessecação de pastagens para a semeadura direta na palhada das culturas de soja e de milho. Evidentemente diversos outros fatores exercem influências na opção de parte dos produtores pela produção de grãos e não pela atividade da pecuária de corte.

Um fazendeiro pode, baseando-se nos dados aqui descritos optar pela utilização de pastagens e lavouras de grãos de modo integrado na mesma gleba de área. Nesse sentido Moraes *et al.* (2000) enfatizaram muitas vantagens de se integrar pastagens utilizadas com bovinos de corte com lavouras de grãos. Ademais é sabido pela literatura que nos ecossistemas das pastagens adequadamente adubadas a exportação de nutrientes na forma de produto animal comercializado, se comparada àquela verificada com a produção de grãos, é relativamente inferior.

Sendo assim, exemplificando-se com os resultados obtidos em ambos períodos experimentais, além das pastagens adubadas com N apresentarem elevados rendimentos de produto animal, estas podem reduzir de maneira eficaz as quantidades de fertilizantes exigidos posteriormente para a produção de grãos. Pode-se afirmar que esta “capitalização” do solo que ocorre nas pastagens bem adubadas e com alto rendimento animal por unidade de área não tem sido salientada quando a questão da fertilização nitrogenada de pastagens é tratada.

4.2.8 OFERTA DE FORRAGEM E OFERTA DE LÂMINAS DE FOLHAS VERDES

Na Figura 43 está apresentada a relação entre a oferta de forragem e o efeito das diferentes doses de N aplicadas na estação de crescimento. A regressão linear ($P < 0,0073$) representou o melhor ajuste entre as variáveis. Conforme se pode verificar na Figura 43 a oferta de forragem decresceu nas pastagens experimentais das doses mais altas de N. Conforme a equação de regressão a oferta de forragem foi de 53, 43, 33 e de 24 kg de

MS.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹, respectivamente nos tratamentos zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N. Os dados de oferta de forragem verificados conforme a unidade experimental e os seus valores médios estão no Anexo 33.

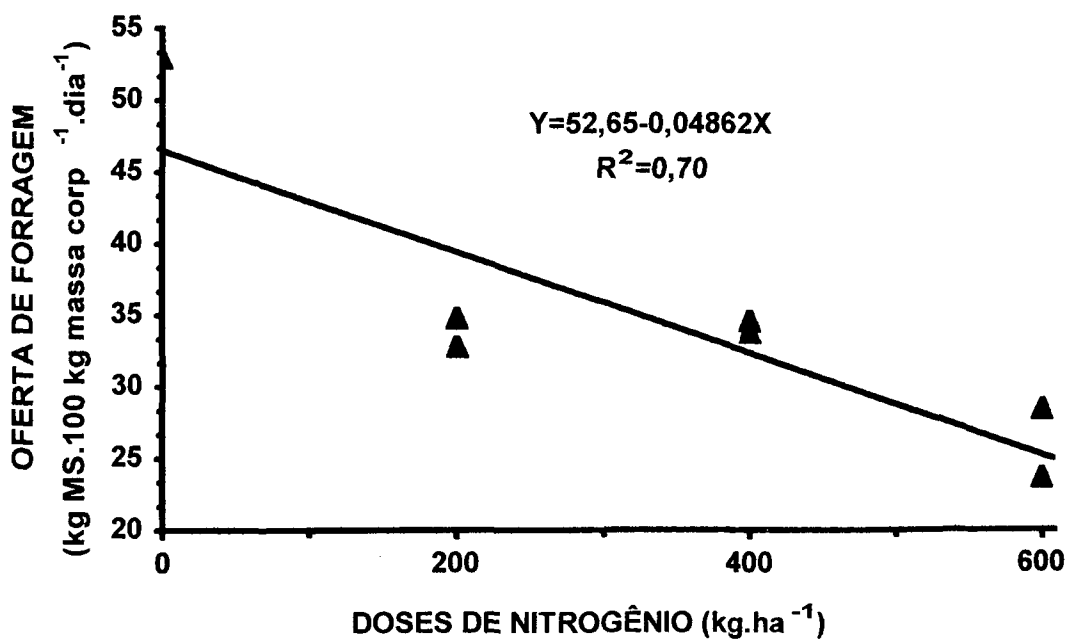


FIGURA 43 – Oferta de forragem na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Nas pastagens experimentais a oferta de forragem foi elevada. Os altos valores de oferta de forragem podem ser explicados em razão de que no presente período experimental a taxa de lotação nas pastagens foi baixa. Como as taxas de acúmulo de MS foram muito reduzidas (Figura 31), grande parte da forragem em oferta foi devida à quantidade de MS da MF (Figura 27). Esses fatores determinaram no período os altos valores de oferta de forragem.

Os dados do Anexo 33 revelam que houve a partir do mês de junho marcante redução da oferta de forragem, exceto em uma das unidades experimentais do tratamento correspondente ao efeito da dose de 600 kg.ha⁻¹ de N. Nessa a redução na oferta de forragem no mês de junho foi de 25,9 para 21,5 kg de MS.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹.

É importante notar que a oferta de forragem em alguns dos experimentos de pastejo realizados com gramíneas tropicais apresentou alta relação com o desempenho por animal (Moraes e Maraschin, 1988; Moraes, 1991). Nos experimentos de pastejo de Moraes e

Maraschin (1988), com capim Milheto e de Moraes (1991), conduzido com capim Pangola foi observado que a relação entre o GMD de novilhos de corte com a oferta de forragem foi significativa e curvilínea. De acordo com o resultado relatado por Moraes (1991) o máximo GMD nas pastagens de capim Pangola foi alcançado com a oferta de forragem de 12,5 kg de MS.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹. Relação semelhante foi relatada também por Moraes e Maraschin (1988). Entretanto, cabe mencionar que os resultados desses experimentos de pastejo foram verificados nas estações da primavera e do verão, sendo que a oferta de forragem imposta variou entre 3,3 a 15,3 kg de MS.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹.

Por outro lado é importante ressaltar que o manejo de pastagens, se realizado conforme o nível da altura do pasto, em que várias outras importantes características da pastagem são simultaneamente avaliadas (MF, MLFV, IAF, dentre outras), permite uma melhor caracterização da forragem disponível aos animais. Um outro fator é que se a máxima eficiência de produção de ecossistemas pastejados deve ser na prática buscada, na medida do possível e ao longo das estações do ano, é importante que a taxa de lotação nas pastagens seja ajustada de modo a condicionar balanço adequado entre as quantidades de forragem exigidas pelos animais com a manutenção da produtividade e da persistência da pastagem. Assim o conhecimento e as implicações das características das pastagens apresentam enorme importância para a tomada de decisões para o ajuste da taxa de lotação nas pastagens. Nos sistemas de produção de bovinos de corte baseados quase que exclusivamente em pastagens isso poderia determinar que as metas de GMD dos animais possam ser atingidas, juntamente com os níveis pré-estabelecidos de eficiência de utilização da forragem produzida pelo manejador das pastagens.

A relação ($P < 0,019$) entre a oferta de lâminas de folhas verdes e o efeito das diferentes doses de N aplicadas na estação de crescimento está apresentada na Figura 44. As regressões lineares e quadrática apresentaram ambas alto ajuste (Anexo 31). No entanto, optou-se pelo modelo quadrático porque o coeficiente de determinação desta regressão foi pouco superior ao obtido com a regressão linear. O efeito das doses zero, 200, 400 e 600 kg.ha⁻¹ de N determinou respectivamente oferta de 16,6; 12,1; 9,8 e de 9,5 kg de MS de lâminas de folhas verdes.100 kg de massa corporal⁻¹.dia⁻¹. Os dados de oferta de lâminas de folhas verdes calculados durante o período experimental e os seus valores médios podem ser apreciados no Anexo 33.

Como no período a taxa de acúmulo de MS foi muito baixa (Figura 31) é provável que a TEF dos perfilhos apresentou também baixo valor. Isso indica claramente que os

valores calculados de oferta de lâminas de folhas verdes foram próximos dos reais valores mantidos nas pastagens.

Normalmente tem-se associado em pastagens o aumento da oferta de lâminas de folhas verdes a elevação do GMD. No presente trabalho isso não aconteceu. Em virtude disso deve ser destacado que fatores outros associados aos processos de procura e de consumo de forragem por parte dos animais, condicionados por fatores relacionados às estruturas dos perfilhos, bem como os teores de PB das lâminas das folhas pastejadas, foram os que provavelmente determinaram o reduzido acréscimo no desempenho por animal das unidades experimentais das maiores doses de N.

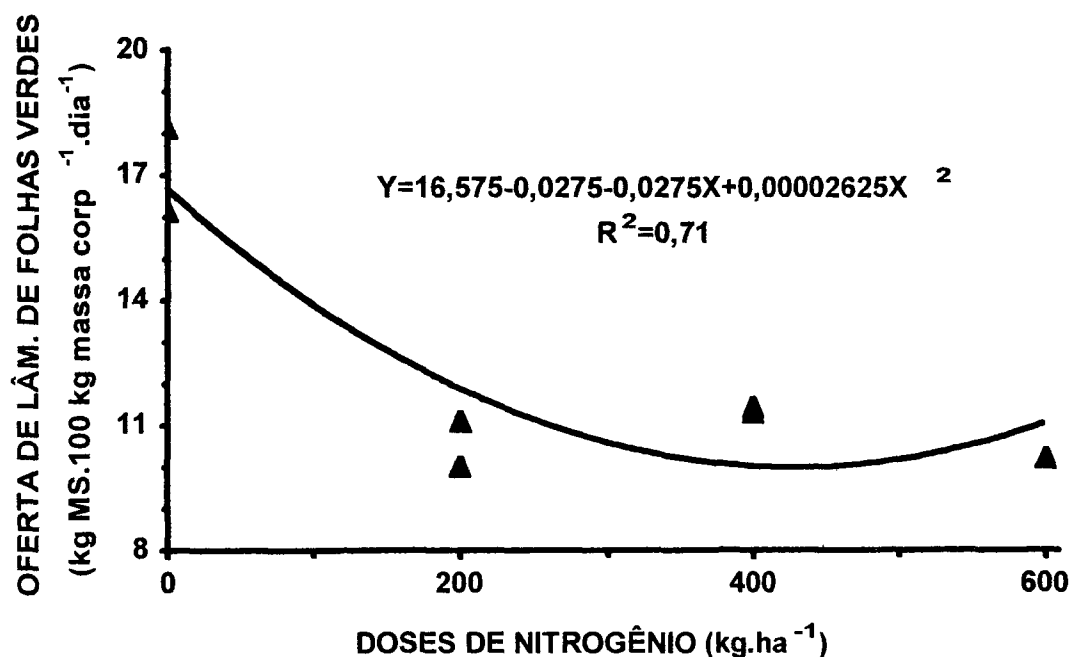


FIGURA 44 – Oferta de lâminas de folhas verdes na pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio – Região Noroeste do Paraná, 7/5 – 10/7/2001.

Os dados apresentados no Anexo 33 mostram que ocorreu forte declínio na oferta de lâminas de folhas verdes na segunda metade do presente período experimental. No entanto, isso não resultou em queda do desempenho individual dos animais. Ao que tudo indica, neste período experimental os fatores referentes à estrutura e a morfologia das plantas, e não o aumento da oferta de forragem ou da oferta de lâminas de folhas verdes na pastagem, influenciou sobretudo a taxa de ganho por animal.

5. CONCLUSÕES

1. A elevação da quantidade de nitrogênio aplicada na pastagem determina aumento da densidade de perfilhos basilares e que, por sua vez condiciona alterações das principais características da pastagem, como das quantidades de massa de forragem, de massa de lâminas de folhas verdes e do índice de área foliar.
2. O aumento da dose de nitrogênio aplicada ao solo das pastagens eleva substancialmente a taxa de acúmulo de massa seca durante a estação de crescimento e isto é o que permite o aumento da taxa de lotação das pastagens com as mais elevadas taxas de aplicação de nitrogênio.
3. A taxa de expansão foliar por folha e por perfilho aumenta com a dose de N.
4. Não ocorre diferença no ganho médio diário de tourinhos da raça Nelore em pastagens de capim Tanzânia adubadas com doses entre zero a 600 kg por ha de nitrogênio na estação de crescimento.
5. Os mais altos valores de rendimento animal por unidade de área nas pastagens adubadas com as maiores doses de N decorre do aumento da carga animal suportada nestas pastagens.
6. A elevação da dose de nitrogênio aplicada na estação de crescimento no aumento da taxa de acúmulo de massa seca durante o final e logo após o período reprodutivo da pastagem de capim Tanzânia é reduzido.
7. O efeito do aumento da dose de nitrogênio determina leve melhoria de algumas das principais características da pastagem na estação do outono e também aumento, embora reduzido, do ganho médio diário de tourinhos da raça Nelore, da carga animal e do rendimento animal por unidade de área.

8 REFERÊNCIAS

1. ALBERDA, Th.; SIBMA, L. Dry matter production and light interception of crop surfaces. III. Actual herbage production in different years as compared with potential values. **Journal of the British Grassland Society**, Aberyswyth, v.23, p.201-215, 1968.
2. ANDREW, C.S.; JOHANSEN, C. Differences between pasture species in their requirements for nitrogen and phosphorus. In: WILSON, J.R. (Ed.) **Plant Relations in Pastures**. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. p. 111-127.
3. ANUALPEC 2002. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, BOVIPLAN Consultoria Agropecuária, 2002. 400 p.
4. AOAC. **Official methods of analysis**. 14 ed. In: WILLIAMS, S. (ed) Arlington: Association of Official Agricultural Chemist, 1984. 1141 p.
5. BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilizer on reproductive tiller development in perennial ryegrass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. p. 39-40.
6. BALL, P.R.; RYDEN, J.C. Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. **Plant and Soil**, The Hague, v.76, p.23-33, 1984.
7. BARBOSA, M.A. A. de F. **Influência da adubação nitrogenada e das frequências de corte na produção e nas variáveis morfológicas do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. Maringá, 1998. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá.
8. BÉLANGER, G.; GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Growth analysis of a tall fescue sward fertilized with different rates of nitrogen. **Crop Science**, Madison, v.32, n.6, p.1371-1376, 1992.
9. BERRETTA, L.G.R.; KANNO, T.; MACEDO, M.C.M.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; CORREA, M.R. Morfogênese e taxas de crescimento de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1 em solo dos Cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. p.72.
10. BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.38, n.3, p.323-331, 1983.
11. BISSCHOFF, W.V.A.; QUINN, L.R.; MOTT, G.O.; DA ROCHA, G.L. Suplementações alimentares protéico-energéticas de novilhos em pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, p.421-436, 1967.
12. BLASER, R.E.; HAMMES, R.C.; FONTENOT, J.P.; BRYANT, H.T.; POLAN, C.E.; WOLF, D.D.; Mc LAUGHERTY, F.S.; KLINE, R.G.; MOORE, J.S. In: HOLLMAN, M.C. (Ed.) **Forage-animal management systems**. Virginia Agricultural Station Bull. 86-87. 1986. 90p.
13. BOGDAN, A.V. **Tropical Pasture and Fodder Plants**. London: Longman, 1977. 475p.
14. BOGGIANO, P.R.O.; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C.; RIBOLDI, J.; CADENAZZI, M. Herbage allowance and nitrogen fertilization effects on morphological characteristics

- of *Paspalum notatum* Flüggé. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. p. 60-61.
15. BONA FILHO, A. **Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. Curitiba, 2002. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade federal do Paraná.
 16. BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V.B.P. (2000). Biomassa e área do sistema radicular e resistência do solo a penetração em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo rotacionado. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 37. Poster 382, Forragicultura. Viçosa, 2000. CD-ROM.
 17. BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do N., EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.R.; ALMEIDA, R.G.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1605-1613, 2002.
 18. BRISKE, D.D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.37-67.
 19. BRISKE, D.D.; RICHARDS, J.H. Plant Responses to Defoliation: A Physiologic, Morphologic and Demographic Evaluation. In: BEDUNAH, D.J.; SOSEBEE, R.E. (Ed.) **Wild land Plants. Physiological Ecology and Developmental Morphology**. Denver: Society for Range Management, 1995. p. 635-710.
 20. BROADBENT, F.E. Plant use of soil nitrogen. In: BEATON, J.D.; GORING, C.A.I.; HAUCK, R.D.; HOEFT, R.G.; RANDALL, G.W.; RUSSEL, D.A. (Ed.) **Nitrogen in Crop Production**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1984. p. 171-182.
 21. BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.7, p.377-387, 1956.
 22. BROUGHAM, R.W. Leaf development in swards of white clover (*Trifolium repens* L.). **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.1, p.707-718, 1958.
 23. BROWN, J.R.; STUTH, J.W. How herbivory affects grazing tolerant and sensitive grasses in a central Texas grassland: integrating plant responses across hierarchical levels. **Oikos**, Copenhagen, v.67, p.291-298, 1993.
 24. BROWN, R.H. A difference in N use efficiency in C₃ and C₄ plants and its implications in Adaptation and evolution. **Crop Science**, Madison, v.18, n.1, p.93-98, 1978.
 25. BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstract**, Hurley, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
 26. BURKE, M.J.W.; GRIME, J.P. An experimental study of plant community invasibility. **Ecology**, Washington, v.77, n.3, p.776-790, 1996.
 27. BURNS, J.C.; LIPPKE, H.; FISHER, D.S. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. In: MARTEN, G.C. (Ed.) **Grazing Research: Design, Methodology, and analysis**. Madison: Crop Science Society of America, American Society of Agronomy, 1989. p. 7-19.
 28. BURTON, G.W. Legume nitrogen versus fertilizer nitrogen for warm-season grasses. In: HOVELAND, C.S.; KNIGHT, W.E.; MARTEN, G.C. (Ed.) **Biological N Fixation in Forage-Livestock Systems**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1976. p. 55-72.
 29. BURTON, G.W.; HANNA, W.W. Bermuda grass. In: BARNES, R.F.; DARRELL, A.M.; NELSON, C.J. (Ed.) **Forages. An introduction to Grassland Agriculture**. (5 Ed.) Ames: Iowa State University Press, 1995. Vol.1. p. 421-429.

30. CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters; I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.67, n.2, p.211-216, 1966.
31. CANO, C.C. P. **Produção, dinâmica de perfilhamento e qualidade do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas**. Maringá, 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em zootecnia, Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá.
32. CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J.; FIGARELLA, J. Productivity of intensively managed pastures of five grasses on steep slopes in the humid mountains of Puerto Rico. **Journal of Agricultural of University Puerto Rico**, Puerto Rico, v.49, p.99-111, 1965.
33. CARRÈRE, P. **Défoliation d'une association prairiale graminée (*Lolium perenne* L.) légumineuse (*Trifolium repens* L.) pâturée par des ovins**. Paris, 1994. 118f. These (Docteur en Sciences) – L' Université Paris XI Orsay.
34. CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.34, n.2, p.333-348, 1997.
35. CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behaviour in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. Palmerston North, 2002. 180f. Thesis (Doctor of Philosophy, Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University.
36. CARVALHO, C.A.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.591-600, 2000.
37. CARVALHO, C.A.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.567-575, 2000.
38. CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.
39. CASEY, I.A.; BRERETON, A.J.; LAIDLAW, A.S.; MCGILLOWAY, D.A. Effects of sheath tube on leaf development in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Annals of Applied Biology**, v. 134, p.251-257, 1999.
40. CECATO, U.; BARBOSA, M.A.F.; SAKAGUTTI, E.S.; DAMASCENO, J.C. SUZUKI, E.; MEURER, F. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1996, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 403-406.
41. CECATO, U.; CASTRO, C.R.C.; DO CANTO, M.W.; PETERNELLI, M.; ALMEIDA JÚNIOR, J.; JOBIM, C.C.; CANO, C.C.P. Perdas de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) manejado sob diferentes alturas sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.295-301, 2001.
42. CHACON, E.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.29, n.1, p.89-102, 1978.
43. CHAPMAN, H.L.; KRETSCHMER, A.E. Effect of nitrogen fertilization on digestibility and feeding value of pangola grass hay. **Proceedings of Soil and Crop Science Society of Florida**, v.24, n.2, p.176-183, 1964.
44. CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993,

- Palmerston North. **Proceedings**. Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 95-104.
45. CLARK, F.E.; PAUL, E.A. The microflora of grassland. **Advances in Agronomy**, New York, v.22, p.375-435, 1970.
 46. CID, M.S.; BRIZUELA, M.A. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. **Journal of Range Management**, Denver, v.58, n.6, p.644-649, 1998.
 47. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina**. (3^o ed.) Passo Fundo: Núcleo Regional Sul-Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. 223p.
 48. COOPER, J.P. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herbage Abstracts**, Hurley, v.40, n.1, p.1-15, 1970.
 49. COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1983. p. 125-137.
 50. COOPER, J.P.; TANTON, N.M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. **Herbage Abstracts**, Hurley, v.38, n.3, p.167-176.
 51. CORRÊA, A.R. Forrageiras: aptidão climática do Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G.; MORAES, A.; CORRÊA, E.A.S.; OLIVEIRA, J.C.; SÁ, J.P.G.; ALVES, S.A.; POSTIGLIONI, S.R.; CECATO, U. (Ed.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. p. 15-22.
 52. CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; DE MOURA, J.C.; DE FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens. Fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1986. p. 109-132.
 53. CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 275-303.
 54. COSTA, C. **Estudo da variação na estrutura da vegetação de dois cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Colonião e Tobiatã) submetidos a diferentes tipos de manejo**. Jaboticabal, 1990. 96f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista.
 55. CRAWLEY, M.J. The population dynamics of plants. **Philosophical Transactions of the Royal Society London**, London, Series B, v.330, p.125-140, 1990.
 56. CROWDER, L.V.; CHAVERRA, H.; LOTERO, J. Productive improved grasses in Colombia. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11., 1970, Surfers Paradise. **Proceedings**. Surfers Paradise: University of Queensland Press, 1970. p. 147-149.
 57. CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade federal do Paraná, 1999. p. 134-150.
 58. Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 1-62.
 59. DALE, J.E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat *Triticum aestivum*. **Annals of Botany**, London, v.50, p.851-858, 1982.
 60. DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 82, p.165-172, 1974.
 61. DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) **The grass crop. The physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p.85-127.

62. DAVIES, A. Tissues turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (Ed.) **Sward Measurement Handbook**. (2 Ed.) Reading: The British Grassland Society, 1993. p. 183-215.
63. DAVIES, A. Pasture research in the UK: Present knowledge and future prospects. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.78, n.2, p.211-216, 1998.
64. DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.101, parte 1, p.131-137, 1983.
65. DAVISON, T.M.; COWAN, R.T.; SHEPHERD, R.K.; MARTIN, P. Milk production from cows grazing on tropical grass pastures. 1. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on the pasture and diet. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.25, n.3, p.505-514, 1985a.
66. DAVISON, T.M.; COWAN, R.T.; SHEPHERD, R.K. Milk production from cows grazing on tropical grass pastures. 2. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on milk yield and pasture-milk yield relationships. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.25, n.3, p.515-523, 1985b.
67. DEFFUNE, G. **Clima e uso da terra no norte e noroeste do Paraná-1975/1986: subsídios ao planejamento regional**. São Paulo, 1994. 118f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo.
68. DEFFUNE, G.; KLOSOWSKI, E.S. Variabilidade mensal e interanual das precipitações pluviométricas de Maringá, 1976-1994. **Revista Unimar**, Maringá, v.17, n.3, p.501-510, 1995.
69. DEFFUNE, G.; KLOSOWSKI, E.S.; da SILVA, S.M. Concentração e intensidade pluviométrica de Maringá, 1976-1994. **Revista Unimar**, Maringá, v.17, n.3, p.489-499, 1995.
70. DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, Lancaster, v.72, p.900-912, 1983.
71. DOBEREINER, J.; DAY, J.M. Nitrogen fixation in the rhizosphere of tropical grasses. In: STEWART, W.D.P. (Ed.) **Nitrogen fixation by free-living microorganisms**. London: Cambridge University Press, 1975. p. 39-56.
72. Do CANTO, M.W.; CECATO, U.; PETERNELLI, M.; JOBIM, C.C.; ALMEIDA JÚNIOR, J.; RIGOLON, L.P.; WATFE, E.; BARRIONUEVO, C.V.; NUNES, B.R.C. Efeito da altura do capim-Tanzânia diferido nas características da pastagem no período do inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1186-1193, 2001.
73. Do CANTO, M.W.; CECATO, U.; ALMEIDA JÚNIOR, J.; JOBIM, C.C.; AGULHON, R.A.; GAI, V.F.; HOESCHL, A.R.; QUEIROZ, M.F.S. Produção animal no inverno em capim Tanzânia diferido no outono e manejado em diferentes alturas de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1624-1633, 2002a.
74. Do CANTO, M.W.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; CASTRO, C.R.C.; HOESCHL, A.R.; GALBEIRO, S.; CONEGLIAN, S.M.; PERES, R.S.M.; MOREIRA, H.L.M. Acúmulo de forragem e perfilhamento em capim Tanzânia diferido após pastejo em diferentes alturas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.1087-1092, 2002b.
75. Do CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F.; LUPATINI, G.C.; MORAES, A.G. Produção animal em pastagens de aveia (*Avena strigosa* Schreb) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.396-402, 1997.
76. DOUGHERTY, C.T.; RHYKERD, C.L. The Role of Nitrogen in Forage-Animal Production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Ed.) **Forages. The Science of Grassland Agriculture**. (4 Ed.) Ames: Iowa State University Press, 1985. p. 318-325.
77. DURAND, J.L.; SCHÄUFELE, R.; GASTAL, F. Grass leaf elongation rate as function of developmental stage and temperature: morphological analysis and modelling. **Annals of Botany**, London, v.83, n.3, p.577-588, 1999.

78. DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v.85, n.4, p.635-643, 2000.
79. DURA, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, London, v.85, n.4, p.645-653, 2000b.
80. DURU, M.; LEMAIRE, G.; CRUZ, P. Grassland. In: LEMAIRE, G. (Ed.) **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops**. Heidelberg: Springer Verlag, 1997. p. 59-72.
81. DWIVEDI, R.S. Micro-organisms. In: COUPLAND, R.T. (Ed.) **Grassland ecosystems of the world: analysis of grassland and their uses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. p. 221-230.
82. EDWARDS, G.R.; PARSONS, A.J.; PENNING, P.D.; NEWMAN, J.A. Relationship between vegetation state and bite dimensions of sheep grazing contrasting plant species and its implications for intake rate and diet selection. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.50, n.4, p.378-388, 1995.
83. EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Embrapa, 1999.
84. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: EMBRAPA (Boletim técnico 57), IAPAR (Boletim técnico 16), 1984a. Tomo I. 414 p.
85. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: EMBRAPA (Boletim técnico 57), IAPAR (Boletim técnico 16), 1984b. Tomo II. 791 p.
86. EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 245-274.
87. EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais**. Maringá: Departamento de Zootecnia/Universidade Estadual de Maringá, 1997. p. 85-111.
88. EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VIEIRA, A. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings**. Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p. 1999-2000.
89. FALES, S.L.; LAIDLAW, A.S.; LAMBERT, M.G. Cool Season Grass Ecosystems. In: BARTELS, J.M.; MOSER, L.E.; BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. (Ed.) **Cool Season Forage Grasses**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1996. p. 267-296.
90. FAVORETTO, V.; REIS, R.A.; VIEIRA, P. de F.; MALHEIROS, E.B. Efeito da adubação nitrogenada ou de leguminosas no ganho de peso vivo de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.475-482, 1985.
91. FELIPPE, G.M. Effects of photoperiod, GA₃ and CCC on flowering of *Panicum maximum*. **Hoehnea**, São Paulo, v.7, p.11-15, 1978.
92. FERRARIS, R.; MAHONY, M.J.; WOOD, J.T. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.37, n.6, p.621-632, 1986.
93. FRAME, J. Hbage mass. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (Ed.) **Sward Measurement Handbook**. (2 Ed.) Reading: The British Grassland Society, 1993. p. 39-67.

94. FRAME, J.; BAKER, R.D.; HENDERSON, A.R. Advances in Grassland Technology over the Past Fifty Years. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM. GRASSLAND INTO THE 21 ST CENTURY, 29., 1995, Harrogate. **Proceedings**. Hurley: British Grassland Society, 1995. p. 31-63.
95. FRANK, A.B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, Barley, and forage grasses. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.19-23, 1995.
96. FRANK, A.B.; BITTMAN, S.; JOHNSON, D.A. Water relations of cool-season grasses. In: BARTELS, J.M.; MOSER, L.E.; BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. (Ed.) **Cool Season Forage Grasses**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1996. p. 127-164.
97. FRANK, A.B.; RIES, R.E. Effect of soil water, nitrogen, and growing degree-days on the morphological development of crested and western wheatgrass. *Journal of Range Management*, Denver, v.43, n.x, p.257-260, 1990.
98. GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.1890-1900, 2001.
99. GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília: A. L. Gardner, 1986. 197p.
100. GARWOOD, E.A.; WILLIAMS, T.E. Soil water use and growth of a grass sward. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.68, p.281-292, 1967a.
101. GARWOOD, E.A.; WILLIAMS, T.E. Growth water use and nutrient uptake from subsoil by grass swards. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.69, p.125-130, 1967b.
102. GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Lancaster, v.105, n.1, p.191-197, 1994.
103. GASTAL, F.; BÉLANGER, G. The effects of nitrogen and the growing season on photosynthesis of field grown tall fescue canopies. **Annals of Botany**, London, v.72, p.401-408, 1993.
104. GASTAL, F.; BÉLANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, London, v.70, p.437-442, 1992.
105. GILL, K.; JARVIS, S.C.; HATCH, D.J. Mineralization of nitrogen in long term pasture soils: effects of management. **Plant and Soil**, The Hague, a.2, p.153-162, 1995.
106. GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications)**. Washington, DC: U.S. Gov. Print. Office, 1971. Agriculture Handbook 379.
107. GOMIDE, C.A. de M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.)**. Viçosa, 1997. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997a.
108. GOMIDE, J.A. Adubação de pastagens estabelecidas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 7., 1984, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p. 33-60.
109. GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1997b. p. 411-429.
110. GOMES, M.A. **Efeitos de intensidade de pastejo e períodos de ocupação da pastagem na massa de forragem e nas perdas e valor nutritivo da matéria seca do capim Monbaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. Pirassununga, 2001. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Qualidade e produtividade Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

111. GOOSE, G.; CHARTIER, M.; VARLET-GRANCHER, C.; BONHOMME, R. R.; ALLIRAND, J.M.; LEMAIRE, G. Prediction maximale de matière sèche et rayonnement solaire intercepté par un couvert végétal. **Agronomie**, Paris, v.6, p.47-58, 1986.
112. GOSS, M. Root distribution, growth and turnover. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (Ed.) **Sward Measurement Handbook**. (2 Ed.) Reading: British Grassland Society, 1993. p. 157-182.
113. GRANT, S.A.; BARTHRAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne*-dominated swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.38, n.3, p.333-344, 1983.
114. GRANT, S.A.; KING, J.; BARTHRAM, G.T.; TORVELL, L. Responses of tiller populations to variation in grazing management in continuously stocked swards as affected by time of year. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM. PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 3., 1981, Maidenhead. **Proceedings**. Maidenhead: British Grassland Society, 1981. p. 81-84.
115. GRANT, S.A.; ELSTON, D.A.; BARTHAM, G.T. Problems of estimating tissue turnover in grass swards in the presence of grazing animals. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.44, p.47-54, 1989.
116. GREENWOOD, D.J. Modelling of crop response to nitrogen fertilizer. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, Series B 296, 351-362, 1982.
117. GRINDLAY, D.J.C. Towards an explanation of crop nitrogen demand based on the optimization of leaf nitrogen per unit leaf area. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.128, parte 4, p.377-396, 1997.
118. GUTSCHICK, V.P. Evolved strategies in nitrogen acquisition by plants. **The American Naturalist**, Indiana, v.118, n.5, p.607-637, 1981.
119. HAYNES, R.J. **Mineral Nitrogen in the Soil-Plant System**. London: Academic Press, 1986. 489p.
120. HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.49, p.119-199, 1993.
121. HARPER, J.L. Plant relations in pastures. In: WILSON, J.R. (Ed.) **Plant Relations in Pastures**. East Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. p. 3-14.
122. HARPER, J.L. Canopies as populations. In: RUSSELL, G.; MARSHALL, B.; JARVIS, P.G. (Ed.) **Plant Canopies: their growth, form and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p. 105-128.
123. HART, R.H.; BURTON, G.W. Effect of row spacing, seeding rate and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1 pearl millet. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.4, p. 376-378, 1965.
124. HATCH, D.J.; JARVIS, S.C.; REYNOLDS, S.R. An assessment of the contribution of net mineralization to N cycling in grass swards using a field incubation method. **Plant Soil**, The Hague, v.138, n.1, p.23-32, 1991.
125. HENZELL, E.F.; ROSS, P.J. The Nitrogen Cycle of Pasture Ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.) **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. Volume 2. London: Academic Press, 1973. p. 227-246.
126. HENZELL, E.F.; NORRIS, D.O. **Processes by which nitrogen is added to the soil/plant system. A Review of Nitrogen in the Tropics with Particular Reference to Pastures**. Hurley: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, 1962. p. 1-18. (Bulletin 46).
127. HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.875-882, 2002 (suplemento).
128. HERLING, V.R.; RODRIGUES, L.R. de A.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LIMA, C.G.; RODRIGUES, T.J.D. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre as cultivares Colômbio e

- Centenário (*Panicum maximum* Jacq.) I. Características fisiológicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 71-73.
129. HIRATA, M. Quantifying spatial heterogeneity in herbage mass and consumption in pastures. **Journal of Range Management**, Denver, v. 53, n.4, p.315-321, 2000.
 130. HIRATA, M. Herbage availability and utilization in small-scale patches in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. **Tropical Grassland**, St. Lucia, v. 36, n.1, p.13-23, 2002.
 131. HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.34, n.1, p.11-18, 1979.
 132. HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings**. s.l.: s. ed., 1985. p. 63-66.
 133. HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
 134. HODGSON, J. Sward studies objectives and priorities. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A.; LAIDLAW, A.S. (Ed.) **Sward Measurement Handbook**. (2 Ed.) Reading: British Grassland Society, 1993. p. 1-12.
 135. HODGSON, J.; OLLERENSHAW, J.H. The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set-stocked swards. **Journal of the British Grassland society**, Aberystwith, v.24, n.3, p.226-234, 1969.
 136. HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: ANAIS DE PALESTRAS DA XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SBZ. A PRODUÇÃO ANIMAL E A SOCIEDADE BRASILEIRA, 2002, Recife. **Anais**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. p. 180-202.
 137. HOESCHL, A.R. **Ganho de peso de novinhos nelore em uma pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) manejada em diferentes alturas de pastagem**. Maringá, 1999. 22f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.
 138. HOPKINS, A. Herbage Production. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass. Its Production and Utilization**. London: Blackwell Science Ltd, 2000b. p. 90-110.
 139. HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206p.
 140. JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 21-58.
 141. JARVIS, S.C. Diagnostic requirements for N management in grasslands. In: LEMAIRE, G.; BURNS, I.G. (Ed.) **Diagnostic procedures for crop N management**. Poitiers: Institut National de la Recherche Agronomique, 1997. p. 117-124.
 142. JARVIS, S.C. Soil-plant-animal interactions and impact on nitrogen and phosphorus cycling and re-cycling in grazed pastures. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 215-234.
 143. JARVIS, S.C.; PAIN, B. F. **Gaseous Nitrogen Emissions from Grasslands**. Wallingford: CAB International, 1997. 452 p.
 144. JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B.F. Nitrogen Cycling in Grazing Systems. In: BACON, P.E. (Ed.) **Nitrogen Fertilization in the Environment**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p. 381-419.
 145. JARVIS, S.C.; STOCKDALE, E.A.; SHEPHERD, M.A., POWLSON, D.S. Nitrogen Mineralization in Temperate Agricultural Soils: Processes and Measurement. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.57, p.187-235, 1996.
 146. JEWISS, O.R. Tillering in grasses-its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v.27, n.1, p.65-82, 1972.

147. JONES, R.J.; NELSON, C.J.; SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, Madison, v.19, p.631-634, 1979.
148. JUNG, G.A.; SHAFFER, W.L.; STOUT, W.L.; PANCIERA, M. Warm-season grass diversity in yield, plant morphology, and nitrogen concentration and removal in northeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.1, p.21-26, 1990.
149. KARNEZOS, T.P.; MATCHES, A.G. Lamb production on wheatgrasses and wheatgrass-sainfoin mixtures. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.2, p.278-286, 1991.
150. KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.5, p.789-792, 1982.
151. LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. Foraging strategies of grazing animals. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 137-158.
152. LAIDLAW, A.S.; MAYNE, C.S. Setting management limits for the production and the utilization for out-of-season grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.55, n.1, p.37-46, 2000.
153. LAIDLAW, A.S.; STEEN, R.W.J. Turnover of grass laminae and white clover leaves in mixed swards continuously grazed with steers at high – low N fertilizer level. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.44, p.249-258, 1989.
154. LANGER, R.H.M. Crecimiento de gramíneas y tréboles. In: LANGER, R.H.M. (Ed.) **Las pasturas y sus plantas**. Montevideo: Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, 1982. p. 47-72.
155. LEAVER, J.D. The role of Fertilizer Nitrogen in the 1990's. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM. MANAGEMENT ISSUES FOR THE GRASSLAND FARMER IN THE 1990'S, 25., 1990, Malvern. **Proceedings**. Hurley: British Grassland Society, 1990. p. 140-147.
156. LEDGARD, S.F.; JARVIS, S.C.; HATCH, D.J. Short-term nitrogen fluxes in grassland soils under different long-term nitrogen management regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, London, v. 30, n.10/11, p.1233-1241, 1998.
157. LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Universidade federal de Viçosa, 1997. p. 117-144.
158. LEMAIRE, G. Les flux de tissus foliaires au sein des peuplements prairiaux. Eléments pour une conduite raisonnée du pâturage. **Fourrages**, Paris, v. 159, p.203-222, 1999.
159. LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 165-186.
160. LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue Flows in grazed Plant Communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 3-36.
161. LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; PLÉNET, D.; LE BOT, J. Le prélèvement d'azote par les peuplements végétaux et la production des cultures. In: LEMAIRE, G.; NICOLARDOT, B. (Ed.) **Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1996. p.121-139.
162. LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRE, G. (Ed.) **Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops**. Heidelberg: Springer Verlag, 1997. p. 3-43.
163. LESAMA, M.F.; MOOJEN, E.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.123-128, 1999.

164. LONGNECKER, N.; KIRBY, E.J.M.; ROBSON, A. Leaf emergence, tiller growth and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. **Crop Science**, Madison, v.33, n.1, p.154-160, 1993.
165. LOVELL, R.D.; JARVIS, S.C.; BARDGETT, R.D. Soil microbial biomass and activity in long term grassland: effects of management changes. **Soil Biology and Biochemistry**, London, v. 27, p.969-975, 1998.
166. LUDLOW, M.M.; Ng.; T.T. Water stress suspends leaf aging. **Plant Science Letters**, v.3, p.235-240, 1974.
167. LUGÃO, S.M.B. **Produção de forragem e desempenho animal em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio na Região Noroeste do Paraná**. Jaboticabal, 2001. 151f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista.
168. LUPATINI, G.C. **Produção animal em milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) submetido a níveis de adubação nitrogenada**. Santa Maria, 1995. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal) – Departamento de Zootecnia, Universidade federal de Santa Maria.
169. MACHADO, A.O.; CECATO, U.; MIRA, R.T. Avaliação da composição e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cultivares e acessos de (*Panicum maximum* Jacq.) sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p.1057-1063, 1998.
170. MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
171. MARASCHIN, G.E. Produção de carne a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p. 243-274.
172. MARRIOTT, C.A.; BARTHRAM, G.T.; BOLTON, G.R. Seasonal dynamics of leaf extension and losses to senescence and herbivory in extensively managed sown ryegrass – white clover swards. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.132, p.77-89, 1999.
173. MARRIOTT, C.A.; CARRÈRE, P. Structure and dynamics of grazed vegetation. **Annales Zootechnique**, Clermont Ferrand, v. 47, n.5, p.359-369, 1998.
174. MARTINICHEN, D. **Efeito da estrutura do capim Mombaça sobre a produção de vacas leiteiras**. Curitiba, 2003. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
175. MARTINS, J.D.; RESTLE, J.; BARRETO, I.L. Efeito de níveis crescentes de nitrogênio em pastagem de capim papuã (*Brachiaria plantaginea*, Linck Hitchc) sob pastejo. I. Produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais**. Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 372.
176. MARUN, F.; ALVES, S.J. Nutrição, adubação e calagem de forrageiras no Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G.; MORAES, A.; CORRÊA, E.A.S.; OLIVEIRA, J.C.; SÁ, J.P.G.; ALVES, S.A.; POSTIGLIONI, S.R.; CECATO, U. (Ed.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. p. 53-73.
177. MATTHEW, C. **A study of seasonal root and tiller dynamics in swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)**. Palmerston North, 1992. f. Thesis (Doctor of Philosophy, Plant Science) – Institut of Natural Resources, Massey University.
178. MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade federal do Paraná, 1999. p. 109-133.
179. MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND

- CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ, 2001. p. 19-27.
180. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.3, p.352-359, 1994.
 181. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.2, p.111-120, 1994.
 182. McKENZIE, F.R. Influence of applied nitrogen on vegetative, reproductive, and aerial tiller densities in *Lolium perenne* L. during the establishment year. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.49, n.4, p.707-711, 1998.
 183. MEARS, P.T.; HUMPHREYS, L.R. Nitrogen response and stocking rate of *Pennisetum clandestinum* pastures. 1. Pasture nitrogen requirements and concentration, distribution of the dry matter and botanical composition. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.83, p.451-467, 1974.
 184. MEDEIROS, S.L.P. **Trocas verticais de energia e vapor d'água em cultura de milho**. Porto Alegre, 1990. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade federal do Rio Grande do Sul.
 185. MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. Jr.; (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 1994. p.450-493.
 186. MILLER, S.F.; QUINN, L.R.; MOTT, G.O. Análise econômica de experimentos com forragens e gado realizados no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.5, p.101-116, 1970.
 187. MONTEIRO, F.A. Nutrição mineral e adubação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 219-244.
 188. MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 9, p.747-766, 1972.
 189. MOOJEN, E.L. **Avaliação de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sob pastejo com níveis de nitrogênio**. Santa Maria, 1993. 38f. Monografia (Progressão para Professor Titular, Produção Animal) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
 190. MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens*), azevém (*Lolium multiflorum*) e trevo branco (*Trifolium repens*) submetida a diferentes pressões de pastejo**. Porto Alegre, 1991. 200f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
 191. MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milho cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.197-205, 1988.
 192. MORAES, A.; MARASCHIN, G.E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS. Pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de zootecnia, 1995. p. 147-200.
 193. MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de estimativa de taxa de crescimento em uma pastagem, submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.813.
 194. MORAES, A.; SANDINI, I.; ALVES, S.J.; PELISSARI, A. Sistemas de produção: integração lavoura pecuária no 3º Planalto do Paraná. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL - (ZONA CAMPOS). DINÂMICA DA

- VEGETAÇÃO EM ECOSISTEMAS PASTORIS, 18., 2000, Guarapuava. **Anais**. Curitiba: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p.6-22.
195. MORRISON, J. Effects of nitrogen fertilizer. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Ecosystems of the world 17B. Managed Grassland. Analytical studies**. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Company Inc., 1987. p. 61-70.
 196. MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings**. Pennsylvania: State college Press, 1952. p. 1380-1385.
 197. MOTT, G.O.; QUINN, L.R.; BISSCHOFF, W.V.A. The retention of nitrogen in a soil-plant-animal system in guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1970, Queensland. **Proceedings**. Surfers Paradise: University of Queensland Press, 1970. p. 414-416.
 198. MOTT, G.O.; QUINN, L.R.; BISSCHOFF, W.V.A, da ROCHA, G.L. Melaço como suplemento energético para novilhos de raça Zebu, em pastejo de capim Colômbio, com e sem adubo nitrogenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, p.441-459, 1967.
 199. NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos do manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO REGIONAL DO CONE SUL (ZONA CAMPOS) EM MELHORAMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS FORRAGEIROS DAS ÁREAS TROPICAL E SUBTROPICAL, 16., 1996, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: FAO-Grassland and Forage Crops Group, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faculdade de Agronomia, Emater, Fepagro, 1996. p.17-61.
 200. NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 355-376.
 201. NABINGER, C.; PONTES, L. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de zootecnia, 2001. p. 755-771.
 202. NASHOLM, T.; EKBLAD, A.; NORDIN, A.; GIESLER, R.; HOGBERG, M.; HOGBERG, P. Boreal forest plants take up organic nitrogen. **Nature**, London, v.392, n.6679, p.914-916, 1998.
 203. NELSON, C.J. Physiology and developmental morphology. In: MOSER, L.E.; BUXTON, D.R.; CASLER, M.D. (Ed.) **Cool-Season Forage Grasses**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1996. p.87-125.
 204. NELSON, C.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1994. p.115-154.
 205. NERY, J.T.; da SILVA, W.C.; MARTINS, M.L.F.O. Aspectos geográficos e estatísticos da precipitação do Estado do Paraná. **Revista Unimar**, Maringá, v.18, n.4, p.777-789, 1996.
 206. OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: CERES, 1981. 440p.
 207. ONG, C.K. The physiology of tiller death in grasses. 1. The influence of tiller age, size and position. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v.33, p.197-203, 1978.
 208. ONG, C.K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G.R. The physiology of tiller death in grasses. 2. Causes of tiller death in a grass sward. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v.33, p.204-210, 1978.

209. OURRY, A.; BOUCAUD, J.; SALETTE, J. Partitioning and remobilization of nitrogen during regrowth in nitrogen-deficient ryegrass. **Crop Science**, Madison, v.30, n.5, p.1251-1254, 1990.
210. OWENS, L.B.; EDWARDS, W.M.; VAZNFEUREN, R.W. Groundwater nitrate level under fertilized grass and grass-legume pastures. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.23, n.4, p.752-758, 1994.
211. PACCIULLO, D.S.C. **Produtividade e valor nutritivo do capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) ao atingir 80 e 120 cm de altura sob diferentes doses de nitrogênio**. Viçosa, 1997. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.
212. PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) **The grass crop. The physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, 1988. p.129-177.
213. PARSONS, A.J. Exploiting resource capture – Grassland. In: MONTEITH, J.L.; SCOTT, R.K.; UNSWORTH, M.H. (Ed.) **Resource Capture by Crops**. Loughborough: Nottingham University Press, 1994. p. 315-349.
214. PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass. Its Production and Utilization**. London: Blackwell Science Ltd, 2000. p. 31-89.
215. PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R. The physiology of grass growth under grazing. In: OCCASIONAL SYMPOSIUM. GRAZING, 19., 1985, Malvern. **Proceedings**. Hurley: British Grassland Society, 1996. p. 3-13.
216. PARSONS, A.J.; ROBSON, M.J. Seasonal changes in the physiology of S24 perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). 1. Response of leaf extension to temperature during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**, London, v.46, p.435-444, 1980.
217. PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, B.; PENNING, P.D. LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.20, p.127-139, 1983.
218. PARSONS, A.J.; COLLETT, B.; LEWIS, J. Changes in the structure and physiology of a perennial ryegrass sward when released from a continuous stocking management: implications for the use of exclusion cages in continuously stocked swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.39, n.1, p.1-9, 1984.
219. PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; PENNING, P.D.; LOCKYER, D.R.; RYDEN, J.C. Uptake, cycling and fate of nitrogen in grass-clover swards continuously grazed by sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.116, n.1, p.47-61, 1991.
220. PAUL, E.A.; CLARK, F.E.; BIEDERBECK, V.O. Micro-organisms. In: COUPLAND, R.T. (Ed.) **Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. p. 87-96.
221. PEARSON, P.J.; WILMAN, D. Effects of applied nitrogen on grass leaf initiation, development and death in field swards. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.103, p.405-413, 1984.
222. PEDREIRA, J.V.S.; BOIN, C. Estudo de crescimento do capim elefante, variedade Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.26, p.263-273, 1969.
223. PELLINI, T. A bovinocultura no Estado do Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G.; MORAES, A.; CORRÊA, E.A.S.; OLIVEIRA, J.C.; SÁ, J.P.G.; ALVES, S.A.; POSTIGLIONI, S.R.; CECATO, U. (Ed.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, 1996. p. 1-14.
224. PENATI, M.A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação**

- em três níveis de resíduo pós pastejo.** Piracicaba, 2002. 117f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
225. PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; TREACHER, T.T. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.46, n.1, p.15-28, 1991.
 226. PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; HOOPER, G.E. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.5, p.476-486, 1994.
 227. PERIN, R. **Desempenho animal em uma consorciação de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia e *Arachis pintoii* submetida a diferentes alturas de manejo.** Curitiba, 2003. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade federal do Paraná.
 228. PERIS, R.S.M. **Capacidade de suporte em uma pastagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) submetida a diferentes alturas de pastagem.** Maringá, 1999. 25 f. Monografia (Graduação em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá.
 229. PINTO, J.C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum* e *Setaria anceps* cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio.** Viçosa, 1993. 149f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
 230. PINTO, L.F. de M.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.S.G. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
 231. PONTES, L. da S. **Dinâmica de crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas.** Porto Alegre, 2000. 102f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal do Rio Grande do Sul.
 232. POSTIGLIONI, S.R.; PICANÇO, G.R.C. Avaliação sob pastejo de três gramíneas subtropicais e do campo nativo na região dos Campos Gerais do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.53-61, 1979.
 233. PRACHE, S.; ROGUET, C.; PETIT, M. How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. **Applied Animal Behaviour Science**, v.57, p.91-108, 1998.
 234. PREMAZZI, L.M.; MONTEIRO, F.A.; CORRENTE, J.E. Tillering of tifton 85 bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.565-571, 2003.
 235. QUADROS, F.L.F. **Desempenho animal em misturas de espécies de estação fria.** Porto Alegre, 1984. 106f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal do Rio Grande do Sul.
 236. QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; FAVORETTO, F.; MALHEIROS, E.B.; HERLING, V.R.; RAMOS, A.K.B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e mombaça adubadas com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1333-1342, 2002 (suplemento).
 237. QUINN, L.R.; MOTT, G.O.; BISSCHOFF, W.V.A.; FREITAS, L.M.M. Production of beef from winter vs. summer nitrogen-fertilized colonial Guinea grass (*Panicum maximum*) pastures in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1970, Queensland. **Proceedings**. Surfers Paradise: University of Queensland Press, 1970. p. 832-835.
 238. QUINN, L.R.; MOTT, G.O.; BISSCHOFF, W.V.A.; da ROCHA, G.L. Produção de carne em bovinos submetidos a pastoreio em seis gramíneas tropicais. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v.20, p.259-279, 1962.

239. RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A.B. Produção animal e retorno econômico em misturas de gramíneas anuais de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.2, p.235-243, 1999.
240. REUTER, D.J.; LONERAGAN, J.F.; ROBSON, A.D.; PLASKETT, D. Zinc in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L. cv. Seaton Park). I. Effects of zinc supply on distribution of zinc and dry weight among plant parts. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.33, n.6, p.989-999, 1982.
241. RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.L. The phyllochron: where do we go in the future? **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.44-49, 1995.
242. RYDEN, J.C.; BALL, P.R.; GARWOOD, E.A. Nitrate leaching from grassland. **Nature**, London, v.311, n.5981, p.50-53, 1984.
243. ROBERTSON, F.A.; MYERS, R.J.K.; SAFFIGNA, P.G. Carbon and nitrogen mineralization in cultivated and grasslands soils in subtropical Queensland. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.31, n.4, p.611-619, 1993.
244. ROBINS, G.B.; BUSHELL, J.J.; BUTLER, K.L. Decline in plant and animal production from ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.108, p.407-417, 1987.
245. ROBINNS, G.B.; BUSHELL, J.J.; McKEON, G.M. Nitrogen immobilization in decomposing litter contributes to productivity decline in ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.113, p.401-406, 1989.
246. ROBSON, M.J. A comparison of British and North American varieties of tall fescue. 1. Leaf growth during winter and the effect on it of temperature and daylength. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.4, p.475-484, 1967.
247. ROBSON, M.J.; PARSONS, A.J. Nitrogen deficiency in small closed communities of s24 ryegrass. I. Photosynthesis, respiration, dry matter production and partition. **Annals of Botany**, London, v.42, n.181, p.1185-1197, 1978.
248. ROBSON, M.J.; DEACON, M.J. Nitrogen deficiency in small closed communities of s24 ryegrass. II. Changes in the weight and chemical composition of single leaves during their growth and death. **Annals of Botany**, London, v.42, n.181, p.1199-1213, 1978.
249. ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant-its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.) **The grass crop. The physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p.25-83.
250. RODRIGUES, L.R. de A.; REIS, R.A. Bases para o estabelecimento do manejo de capins do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 197-217.
251. ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, tritcale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.85-93, 2000.
252. SANDERSON, M.A.; STAIR, D.W.; HUSSEY, M.A. Physiological and morphological responses of perennial forage to stress. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.59, p. 171-224.
253. SANTOS, P.M. **Estudo de algumas características agrônômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. Piracicaba, 1997. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1997.
254. SANTOS, P.M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

255. SCHNYDER, H.; SCHÄUFELLE, R.; de VISSER, R.; NELSON, C.J. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings**. Curitiba: Universidade federal do Paraná, 1999. p. 75-94.
256. SCHOLEFIELD, D.; BROWN, I.; JEWKES, E.C.; PREEDY, N. Integration of soil testing and modelling as a basis for fertilizer recommendations for grassland. In: LEMAIRE, G.; BURNS, I.G. (Ed.) **Diagnostic procedures for crop N management**. Poitiers: Institut National de la Recherche Agronomique, 1997. p. 139-147.
257. SCHOLEFIELD, D.; LOCKYER, D.R.; WHITEHEAD, D.C.; TYSON, K.C. A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. **Plant and Soil**, The Hague, v.132, p.165-177, 1991.
258. SCHUNKE, J.C.; KIEHL, J.C.; PAULINO, V.T.; URQUIAGA, S.; BODEY, R.M.; ALVES, B. Nitrogen dynamics from decomposing litter of *Panicum maximum* with different nitrogen and phosphorus content in Brazilian alfissol. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. p. 213-214.
259. SETELICH, E.A. **Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), sob pastejo no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina**. Porto Alegre, 1999. 132f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
260. SIMON, J.C.; LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and forage Science**, Oxford, v.42, n.3, p.373-380, 1987.
261. SIMPSON, J.R. Nitrogen nutrition of pastures. In: WHEELER, J.L.; PEARSON, C.J.; ROBARDS, G.E. (Ed.) **Temperate Pastures. Their production, use and management**. Victoria: Australian Wool Corporation/CSIRO, 1987. p. 143-154.
262. SIMPSON, J.R.; STOBBS, T.H. Nitrogen Supply and Animal Production from Pastures. In: MORLEY, F.H.W. (Ed.) **Grazing Animals**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1981. p. 261-287.
263. SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Skerman, P.J.; Riveros, F., 1990. 832p.
264. SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Epidermal cell division and the coordination of leaf and tiller development. **Annals of Botany**, London, v.74, n.1, p.9-15, 1994.
265. SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.4-10, 1995.
266. SMITH, J.L.; PAUL, E.A. The significance of soil microbial biomass estimates. In: BOLLAG, J.M.; STOTZHEYL, H. (Ed.) **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1990. p. 357-396.
267. SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de tritcale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.908-917, 2002 (suplemento).
268. STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.24, n.6, p. 821-829, 1973.
269. STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. III. Influence of fertilizer nitrogen on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps* cv. Kazungula swards. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.26, n.6, p.997-1007, 1975.
270. STOBBS, T.H. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, v.17, p.892-898, 1977.

271. TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Massachussets: Sinauer Associates. (2 ed.) 792p. 1998.
272. TALLOWIN, J.R.B.; BROOKMAN, S.K.E.; SANTOS, G.L. Leaf growth and utilization in four grass species under steady state continuous grazing. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.124, n.3, p.403-417, 1995.
273. TEIXEIRA, E.I. **Avaliação de características morfofisiológicas e nutricionais do capim Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) sob sistema de pastejo rotacionado**. Piracicaba, 1998. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998.
274. THOMAS, H. Terminology and definitions in studies of grassland plants. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.35, n.1, p.13-23, 1980.
275. THOMAS, R.J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.47, n.2, p.133-142, 1992.
276. THORNLEY, J.H.M.; CANNELL, M.G.R. Dynamics of mineral N availability in grassland ecosystems under increased (CO₂): hypotheses evaluated using the Hurley Pasture Model. **Plant and Soil**, The Hague, v.224, n.2, p.153-170, 2000.
277. THORNLEY, J.H.M.; VERBERNE, E.L.J. A model of nitrogen flows in grassland. **Plant, Cell and Environment**, v.12, p. 863-886, 1989.
278. THORNTON, B.; MILLARD, P. Nitrogen uptake by grasses: changes induced by competing neighbour plants differing in frequency of defoliation. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.51, n.3, p.242-249, 1996.
279. THORNTON, B.; MILLARD, P.; DUFF, E.I. Effect of nitrogen supply on the source of nitrogen used for regrowth of laminae after defoliation of four grass species. **New Phytologist**, v.128, p.615-620, 1994.
280. TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the “*in vitro*” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, Hurley, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
281. TOSI, P. **Estabelecimentos de parâmetros agrônômicos para o manejo e eficiência de utilização de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1 sob pastejo rotacionado**. Piracicaba, 1999. 103f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1999.
282. UEBELLE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba, 2001. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.
283. UNGAR, E.D. Ingestive behaviour. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.) **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 185-218.
284. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. SAEG – **Sistemas para análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1995, 149p. (Manual do usuário).
285. VALLIS, I. Nitrogen relationships in grass/legume mixtures. In: WILSON, J.R. (Ed.) **Plant Relations in Pastures**. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. p. 190-201.
286. VAN KEULEN, H.; GOUDRIAAN, J.; SELIGMAN, N.G. Modelling the effects of nitrogen on canopy development and crop Growth. In: RUSSELL, G.; MARSHALL, B.; JARVIS, P.G. (Ed.) **Plant canopies: their growth, form and function**. Cambridge: Cambridge University press, 1989. p.83-104.
287. van ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of switch grass cultivars. **Crop Science**, Madison, v.37, n.3, p.864-870, 1997.

288. VICENTE-CHANDLER, J. Intensive grassland management in Puerto Rico. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.2, n.2, p.173-215, 1973.
289. VICENTE-CHANDLER, J. Fertilization of humid Tropical Grasslands. In: MAYS, D.A. (Ed.) **Forage Fertilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1974. p. 277-300.
290. VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to nitrogen fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, Madison, v.23, n.3, p.720-724, 1983.
291. WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method**. Rennes, 1991. 70f. Thèse (Docteur en Sciences Biologiques) – U.F.R. Sciences de la vie et de l'environnement, Université de Rennes, 1991.
292. WADE, M.H.; BAKER, R.D. Defoliation in a set-stocked grazing systems. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.34, n.1, p.73-74, 1979.
293. WADE, M.H.; PEYRAUD, J.L.; LEMAIRE, G.; CAMERON, E.A. The dynamics of daily area and depth of grazing and herbage intake of cows in a five day paddock system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. **Proceedings**. Nice: s Ed., 1989. p. 1111-1112.
294. WATFE, E. **Relação entre o desempenho por animal e características de uma pastagem de capim Tanzânia-1 manejada em diferentes alturas de pastagens**. Maringá, 1999. 23f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.
295. WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I Variation in net assimilation rate and leaf area. **Annals of Botany**, London, v.11, p.41-76, 1947.
296. WHITEHEAD, D.C. **The Role of Nitrogen in Grassland Productivity. A review of information from temperate regions**. Hurley: Commonwealth Bureau of Pastures and Fields Crops, 1970. 202 p. (Bulletin 48).
297. WHITEHEAD, D.C. **Grassland Nitrogen**. Wallingford: CAB International. 1995. 397p.
298. WHITEHEAD, D.C. **Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant Relationships**. Wallingford: CAB International. 2000. 397p.
299. WILKINS, P.W. Independence of dry matter yield and leaf yield among perennial ryegrass varieties differing in seasonal yield distribution. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.50, n.2, p.155-161, 1995.
300. WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of Mineral Nutrients in Pasture Ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILEY, R.W. (Ed.) **Chemistry and Biochemistry of Herbage**. Volume 2. London: Academic Press, 1973. p. 247-315.
301. WILM, H.G.; COSTELLO, O.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of American Society of Agronomy**, New York, v.36, n.3, p.194-203, 1944.
302. WILMAN, D.; DROUSHIOTIS, D.; MZAMANE, SHIM, J.S. The effect of interval between harvests and nitrogen application on initiation, emergence and longevity of tillers and dimensions and weights of leaves, longevity of tillers and dimensions and weights of leaves and "stems" in Lolium. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.89, p.65-79, 1977.
303. WILMAN, D.; MOHAMED, A.A. Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. 2. Leaf development. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.94, p.443-453, 1980.
304. WILMAN, D.; PEARSE, P.J. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.103, p.201-211, 1984.

305. WILMAN, D.; WRIGHT, P.T. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. **Herbage Abstracts**, Hurley, v.53, n.8, p.387-393, 1983.
306. WILSON, J.R. The influence of aerial environment, nitrogen supply, and ontogenical changes on the chemical composition and digestibility of *Panicum maximum* Jacq. var. trichoglume Eyles. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.24, n.4, p.543-556, 1973.
307. WILSON, J.R. Effects of water stress on *in vitro* dry matter digestibility and chemical composition of herbage of tropical species. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.34, n.4, p.377-390, 1983.
308. WILSON, J.R.; t MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel grass and green panic leaves in sward. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.34, n.5, p. 503-516, 1983.
309. WOLEDGE, J.; PEARSE, P.J. The effect of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis of leaves of a ryegrass sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.40, n.3, p.305-3309, 1985.

7 ANEXOS

ANEXO 1 – Massa corporal e ganho médio diário dos animais testadores usados nos piquetes (P), conforme o brinco plástico numerado (BPN), avaliada pré-jejum e após jejum, de 12 horas. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

P-tratamento	Massa corporal (kg)		GMD (kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹)		
	Pré Jejum	Após Jejum	Pré Jejum	Após Jejum	
P1 – Zero kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 058*	305	295	397	383	0,733
BPN 060*	316	297	411	397	0,833
BPN 055	222	210	361	351	0,916
P7 – Zero kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 063	246	230	393	372	0,922
BPN 069*	278	264	385	372	0,900
BPN 164*	310	295	403	391	0,800
P2 – 200 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 053	244	230	394	383	0,993
BPN 520	257	237	332	318	0,526
BPN 072	272	259	392	375	0,753
BPN 165	311	295	443	428	0,863
BPN 168	269	252	411	387	0,877
P5 – 200 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 074	327	309	451	438	0,838
BPN 079	320	311	460	439	0,831
BPN 078	243	222	340	318	0,623
BPN 056	325	310	489	465	1,006
BPN 057	334	316	482	468	0,987
P4 – 400 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 167	247	236	408	391	1,006
BPN 093	225	214	363	354	0,909
BPN 061	302	291	439	429	0,896
BPN 080	295	282	409	394	0,727
BPN 052	250	238	407	391	0,993
P6 – 400 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 051	246	229	377	360	0,851
BPN 084	317	299	440	422	0,799
BPN 062	272	258	380	361	0,669
BPN 068	323	307	449	430	0,799
BPN 064	236	222	368	358	0,883
P3 – 600 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 076	321	299	433	411	0,727
BPN 161	319	299	447	425	0,818
BPN 096	313	290	465	446	1,013
BPN 070	335	314	473	445	0,851
BPN 067	248	231	378	358	0,825
P8 – 600 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 085	297	279	407	388	0,708
BPN 094	238	220	378	361	0,916
BPN 095	324	312	479	468	1,013
BPN 082	206	190	328	314	0,805
BPN 081	308	290	434	421	0,851

*Animais retirados das parcelas experimentais no dia 31 de março (120 dias de pastejo).

ANEXO 2 – Massa corporal e ganho médio diário dos animais testadores usados nos piquetes (P), conforme o brinco plástico numerado (BPN), avaliada pré-jejum e após jejum, de 12 horas. Período experimental 7/5-10/7/2001.

P-tratamento	Massa corporal (kg)				GMD (kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹)
	Pré jejum	Após jejum	Pré jejum	Após jejum	
P1 – Zero kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 751	168	161	191	184	0,397
BPN 183	180	170	212	202	0,552
P7 – Zero kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 005	148	138	173	164	,0448
BPN 184	159	147	183	175	0,483
P2 – 200 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 182	156	148	179	168	0,345
BPN 750	232	222	275	259	0,638
BPN 530	155	148	175	174	0,448
P5 – 200 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 004	197	190	240	230	0,690
BPN 181	187	180	208	203	0,397
BPN 186	173	162	187	183	0,362
P4 – 400 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 189	156	146	190	185	0,672
BPN 187	173	163	198	189	0,448
BPN 003	172	169	204	196	0,466
P6 – 400 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 098	178	168	214	210	0,724
BPN 185	177	167	210	200	0,569
BPN 002	196	190	222	212	0,379
P3 – 600 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 57	200	190	230	222	0,552
BPN 190	203	198	250	242	0,759
BPN 188	217	210	238	232	0,379
BPN 170	160	150	182	177	0,466
P8 – 600 kg.ha ⁻¹ de N					
BPN 097	223	211	257	247	0,592
BPN 200	155	147	181	171	0,414
BPN 001	209	200	247	235	0,603

ANEXO 3 – Médias de altura de pasto verificadas nas diferentes unidades experimentais (UE). Região Noroeste do Paraná, 4/12/2000-6/5/2001.

Amostragem	UE 1	UE 7	UE 2	UE 5	UE 4	UE 6	UE 3	UE 8
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N
	..... cm							
7/12/2000	49,5	52,6	55,3	54,6	62,1	55,7	52,6	51,8
12/12/2000	47,4	51,3	53,4	53,7	58,8	57,1	53,2	52,7
16/12/2000	52,8	52,4	53,0	56,7	56,1	55,8	54,7	55,3
22/12/2000	54,9	55,7	56,6	54,8	57,9	56,2	55,6	54,6
27/12/2000	54,6	56,0	60,0	59,4	57,5	64,4	59,8	57,1
5/1/2001	58,7	57,4	51,4	63,7	66,5	63,1	59,6	66,8
12/1/2001	53,5	54,8	58,7	63,5	68,7	65,8	62,0	65,9
19/1/2001	55,2	53,4	63,5	66,8	60,7	62,5	58,7	63,4
26/1/2001	54,3	55,1	65,4	67,8	61,2	63,3	61,5	66,9
30/1/2001	53,2	51,7	59,7	58,6	56,8	57,8	59,7	58,1
5/2/2001	51,8	52,5	57,6	60,2	55,8	54,6	53,8	52,6
13/2/2001	52,7	50,1	55,7	56,8	52,4	51,6	54,3	53,4
21/2/2001	54,8	51,0	62,8	63,4	58,9	57,6	56,9	55,7
26/2/2001	53,4	52,9	60,9	59,1	51,3	54,6	56,5	55,7
6/3/2001	52,6	52,7	57,5	57,6	55,6	55,8	53,2	53,6
14/3/2001	54,6	53,3	55,4	55,3	52,6	53,6	55,2	54,6
19/3/2001	52,6	53,4	53,4	52,7	51,6	54,8	53,8	51,4
29/3/2001	49,7	50,5	54,6	55,1	53,4	55,7	54,3	52,0
2/4/2001	50,6	51,7	55,0	54,6	56,8	53,4	56,1	54,0
10/4/2001	52,3	53,4	54,6	55,4	57,0	53,1	55,7	55,8
16/4/2001	53,4	54,6	55,3	53,1	56,4	52,1	53,1	52,4
24/4/2001	51,2	51,2	54,6	54,3	57,8	56,1	56,4	53,6
30/4/2001	50,3	47,6	55,2	54,2	55,1	52,1	52,3	51,2
4/5/2001	46,9	48,5	51,9	51,2	55,4	56,0	53,6	56,9
Média	52,5	52,7	57,1	57,6	57,4	56,8	55,9	56,1

ANEXO 4 – Médias de altura de pasto verificadas nas diferentes unidades experimentais (UE). Região Noroeste do Paraná, 7/5-10/7/2001.

Amostragem	UE 1	UE 7	UE 2	UE 5	UE 4	UE 6	UE 3	UE 8
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N	kg de N
	..... cm							
4/5/2001	46,9	48,5	51,9	51,2	55,4	56,0	53,6	56,9
9/5/2001	49,3	53,0	52,1	54,3	52,1	54,7	52,0	57,8
17/5/2001	46,2	50,5	48,0	51,7	54,0	53,3	53,6	55,1
25/5/2001	49,8	52,0	50,7	53,6	56,5	54,1	57,2	53,9
31/5/2001	54,1	44,3	48,6	50,2	52,0	49,1	53,6	51,3
8/6/2001	52,3	46,3	51,9	52,8	53,3	48,7	52,7	50,6
16/6/2001	43,7	49,2	52,7	50,7	50,9	51,8	50,9	49,8
23/6/2001	49,8	45,4	54,1	48,5	47,1	50,3	48,3	47,5
1/7/2001	45,2	43,8	48,3	47,6	47,3	48,4	47,0	48,6
Média	48,6	48,1	50,9	51,2	52,1	51,8	52,1	52,4

ANEXO 5 – Períodos de avaliação das características morfogênicas e respectivas somas térmicas, obtidas na Estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá.

Período	Soma térmica (°C)
25/2 a 3/3/2001	165,4
3/3 a 9/3/2001	153,5
9/3 a 15/3/2001	158,4
27/2 a 5/3/2001	162,2
5/3 a 11/3/2001	154,1
11/3 a 17/3/2001	165,2
26/2 a 4/3/2001	166,6
4/3 a 10/3/2001	151,1
10/3 a 16/3/2001	162,1

ANEXO 6 – Observações meteorológicas durante o período de avaliação dos perfis marcados. Os dados meteorológicos são provenientes da Estação de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá.

Dia	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação média (mm chuva)	Insolação (horas)	Estado geral do tempo
Fevereiro							
25	26,1	28,9	21,7	77	0,0	5,7	Nublado
26	27,5	32,2	21,2	68	0,0	10,4	Claro
27	28,3	32,6	22,8	58	0,0	11,4	Claro
28	27,8	31,7	21,2	57	0,0	10,4	Claro
Março							
01	28,0	32,0	21,6	60	0,0	9,6	Claro
02	27,7	32,4	21,0	63	0,0	8,8	Nublado
03	27,3	32,5	22,4	68	2,3	7,7	Nublado
04	23,1	32,2	21,1	88	1,9	6,1	Nublado
05	27,9	32,1	20,8	65	12,8	10,9	Claro
06	25,9	30,9	22,2	81	0,0	4,2	Encoberto
07	25,1	30,0	22,6	84	1,2	5,7	Nublado
08	24,2	27,1	22,2	90	1,6	2,3	Encoberto
09	24,9	28,1	21,2	85	2,4	3,6	Encoberto
10	26,1	29,7	21,9	81	0,0	5,5	Nublado
11	26,5	31,7	21,6	71	14,6	9,6	Claro
12	26,3	31,2	19,4	64	0,0	10,6	Claro
13	26,2	30,5	21,3	71	0,0	6,7	Nublado
14	28,4	32,0	23,1	66	0,0	11,1	Claro
15	28,6	32,7	23,8	65	0,0	10,4	Claro
16	29,2	33,9	22,8	65	0,0	7,8	Nublado
17	27,2	33,7	21,2	68	0,0	6,2	Nublado

ANEXO 7 – Massa de forragem (MF), massa de forragem verde (MFV), massa de lâminas de folhas verdes (MLFV) e massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVVCV), em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis (kg.ha ⁻¹ de MS)	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
Avaliação 4/12/2000								
MF	3332	3512	3319	3674	3438	3343	3187	3690
MFV	2766	2845	2589	2976	2819	2574	2518	3026
MLFV	1733	1721	1693	1800	1650	1571	1562	1771
MBVVCV	1033	1124	896	1176	1169	1003	956	1255
Avaliação 5/1/2001								
MF	3539	3868	3821	3930	4258	4138	4256	4175
MFV	2761	2978	2828	3026	3194	3311	3447	3215
MLFV	1699	1818	1758	1886	2044	1821	1830	1879
MBVVCV	1062	1160	1070	1140	1150	1490	1617	1336
Avaliação 2/2/2001								
MF	3860	3915	4512	4330	4812	4638	4751	4989
MFV	2857	2819	3475	3205	3753	3478	3610	3842
MLFV	1776	1879	2076	1949	2117	2087	1995	1996
MBVVCV	1081	940	1399	1256	1636	1391	1615	1846
Avaliação 3/3/2001								
MF	3973	4314	4416	4681	4976	5280	5130	4980
MFV	2821	3192	3268	3417	3732	3802	3847	3735
MLFV	1430	1596	1811	1966	1941	1901	1949	2092
MBVVCV	1391	1596	1457	1451	1791	1901	1898	1643
Avaliação 5/4/2001								
MF	4361	4621	5876	5985	5568	5817	5971	6131
MFV	3009	3096	3937	4249	4009	4071	4299	4353
MLFV	1526	1386	1998	1975	1949	1861	1970	2207
MBVVCV	1483	1710	1939	2274	2060	2210	2329	2146
Avaliação 2/5/2001								
MF	4668	5041	5298	4884	5110	5207	5215	5733
MFV	2847	3126	3337	3272	3373	3592	3755	4243
MLFV	1587	1664	1695	1514	1891	1770	1930	2351
MBVVCV	1260	1462	1642	1758	1482	1822	1825	1892
Média								
MF	3955	4210	4604	4661	4785	4843	4874	5012
MFV	2853	3018	3298	3416	3557	3554	3673	3763
MLFV	1615	1667	1865	1885	1960	1864	1897	2051
MBVVCV	1238	1351	1434	1531	1598	1690	1776	1713

ANEXO 8 – Relação linear e quadrática das variáveis componentes da resposta da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Período experimental de 4/12/200 a 6/5/2001; Fazenda Nossa senhora Aparecida, Astorga, região Noroeste do Paraná.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO LINEAR			MODELO QUADRÁTICO		
	R ²	F	P	R ²	F	P
MF	0,82	31,82	0,0013	0,92	38,50	0,0009
MLFV	0,70	17,06	0,0061	0,78	13,31	0,010
MFV	0,90	63,07	0,0002	0,94	60,6	0,0003
MBVCV	0,90	64,50	0,0002	0,90	33,33	0,0013
MFM	0,03	1,21	0,3141	0,48	4,25	0,0834
IAF	0,87	61,02	0,0005	0,88	25,56	0,0024
RLFV/BV+CV	0,63	13,04	0,0112	0,59	6,00	0,0469
Forragem verde	0,85	40,43	0,0007	0,85	20,04	0,0041
Lâm. Folha verde	-0,11	0,32	-----	-0,31	0,18	-----
Bainha +Colmo	0,67	15,03	0,0082	0,64	7,29	0,0329
Forragem morta	0,85	40,43	0,0007	0,85	20,04	0,0041
Solo descoberto	0,32	4,34	0,0824	0,41	3,39	0,1173
Solo cob. De liteira	-0,085	0,45	-----	-0,26	0,27	-----
Capim Tanzânia	-0,12	0,28	-----	-0,34	0,12	-----
Capim Estrela	0,21	2,89	0,1402	0,09	1,36	0,3382
Capim Colonião	0,01	1,75	0,2343	-0,03	0,91	-----
Taxa acúmulo MS	0,91	74,18	0,0001	0,95	62,60	0,0003
Acúmulo de MS	0,91	74,04	0,0001	0,95	62,28	0,0003
MS de perfilho	-0,15	0,1	-----	-0,18	0,47	-----
DPBV	0,83	34,68	0,0011	0,87	23,89	0,0028
DPBR	-0,16	0,00	-----	-0,19	0,43	-----
DPBVR	0,82	32,05	0,0013	0,84	19,60	0,0043
DIVMS	0,07	0,54	-----	0,16	1,69	0,2755
PB	0,86	45,09	0,0005	0,84	18,85	0,0047
FDN	-0,04	0,71	-----	-0,19	0,43	-----

ANEXO 9 – Relação linear e quadrática das variáveis componentes da resposta animal da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Período experimental de 4/12/200 a 6/5/2001; Fazenda Nossa senhora Aparecida, Astorga, região Noroeste do Paraná.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO LINEAR			MODELO QUADRÁTICO		
	R ²	F	P	R ²	F	P
GMD	-0,16	0,10	-----	-0,34	0,11	-----
GMCA	-0,16	0,01	-----	-0,34	0,10	-----
Carga animal	0,92	85,01	0,0001	0,99	409,94	0,00001
Animais.dia	0,94	115,65	0,00001	0,99	282,33	0,00001
Rendimento animal	0,94	106,36	0,00001	0,97	112,52	0,0001
Oferta de forragem	0,64	13,49	0,0104	0,80	14,94	0,0078

ANEXO 10 – Carga animal e animais.dia por ha em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
Período de avaliação 4/12 - 31/12/2000								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	1.317,7	1.280,2	2.416,2	2.374,5	1.988,9	2.206,7	2.288,5	1.850,5
Animais.dia.ha ⁻¹	123,9	112,9	240	194,8	198,2	220,5	216,5	183,2
Período de avaliação 1/1/2000 - 31/1/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	1.690,6	1.405,6	2.267,7	2.265,7	3.221,2	3.012,2	4.514,3	3.683,3
Animais.dia.ha ⁻¹	165,5	125	223,8	215,7	337,2	334,6	453,8	413,1
Período de avaliação 1/2 - 28/2/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	1.206,6	856,1	1.925,8	2.383,1	3.276,1	4.012,0	3.394,8	3.387,4
Animais.dia.ha ⁻¹	99,1	67,7	161,9	191,3	297,3	365,4	317,3	313,1
Período de avaliação 1/3 - 31/3/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	1.137	918,2	1.908,3	2.446,7	3.766,3	2.712,6	2.944,8	3.832,5
Animais.dia.ha ⁻¹	94,7	75	168,6	207,8	371,7	268,5	273,1	371,1
Período de avaliação 1/4 - 30/4/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	308,9	303,6	1.962,6	1.883,5	2.430,1	2.484,6	3.517,6	3.279,6
Animais.dia.ha ⁻¹	26,6	24,2	157,1	130,4	212,4	212,6	309,6	291,6
Período de avaliação 1/5 - 6/5/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	318,6	314,9	1.965	1.926,1	1.786,3	1.579,1	2.103,8	1.884,6
Animais.dia.ha ⁻¹	5,3	4,84	28,6	26,1	26,6	23,6	28,8	28,0
Média ponderada								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	1.100,1	927,6	2.088,9	2.255,6	2.906,8	2.828,6	3.229,6	3.177,6
Animais.dia.ha ⁻¹	515,1	409,5	980,0	966,1	1.443,4	1.452,2	1.599,1	1.600,1

ANEXO 11 – Índice de área foliar (IAF) em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Doses de N	Avaliação						Média
	18/12/2000	16/1/2001	12/2/2001	13/3/2001	10/4/2001	8/5/2001	
(kg.ha ⁻¹)							
Zero	3,3	3,2	3,5	3,4	3,5	3,8	3,39
Zero	3,4	3,2	3,4	3,3	3,4	3,7	3,35
200	3,4	3,3	3,6	3,4	3,6	4,3	3,50
200	3,5	3,5	3,8	3,7	3,9	4,2	3,70
400	3,3	3,4	3,8	3,8	4,2	4,6	3,75
400	3,2	3,6	3,9	3,9	3,7	4,1	3,69
600	3,4	3,8	3,8	4,0	4,2	4,6	3,88
600	3,1	3,9	3,7	3,8	4,3	4,7	3,82

ANEXO 12 – Relação lâmina de folha verde/bainha verde + colmo verde em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Doses de N (kg.ha ⁻¹)	Avaliação						Média
	4/12/2000	5/1/2001	2/2/2001	3/3/2001	5/4/2001	2/5/2001	
Zero	1,68	1,60	1,64	1,03	1,03	1,26	1,35
Zero	1,53	1,57	2,00	1,00	0,81	1,14	1,33
200	1,89	1,64	1,48	1,24	1,03	1,03	1,36
200	1,53	1,65	1,55	1,35	0,87	0,86	1,31
400	1,41	1,78	1,29	1,08	0,95	1,28	1,28
400	1,57	1,22	1,50	1,00	0,84	0,97	1,16
600	1,63	1,13	1,24	1,03	0,85	1,06	1,11
600	1,41	1,41	1,08	1,27	1,03	1,24	1,22

ANEXO 13 – Concentração na massa seca do perfil do pasto dos componentes morfológicos forragem verde, bainha verde + colmo verde (BV + CV) e forragem morta, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(g.kg ⁻¹ de MS)								
			Avaliação 4/12/2000					
Forragem verde	830	810	780	810	820	770	790	820
BV + CV	310	320	270	320	340	300	300	340
Forragem morta	170	190	220	190	180	230	210	180
			Avaliação 5/1/2001					
Forragem verde	780	770	740	770	750	800	810	770
BV + CV	300	300	280	290	270	360	380	320
Forragem morta	220	230	260	230	250	200	190	230
			Avaliação 2/2/2001					
Forragem verde	740	720	770	740	780	750	760	770
BV + CV	280	240	310	290	340	300	340	370
Forragem morta	260	280	230	260	220	250	240	230
			Avaliação 3/3/2001					
Forragem verde	710	740	740	730	750	720	750	750
BV + CV	350	370	330	310	360	360	370	330
Forragem morta	290	260	260	270	250	280	250	250
			Avaliação 5/4/2001					
Forragem verde	690	670	670	710	720	700	720	710
BV + CV	340	370	330	380	370	380	390	350
Forragem morta	310	330	330	290	280	300	280	290
			Avaliação 2/5/2001					
Forragem verde	610	620	630	670	660	690	720	740
BV + CV	270	290	310	360	290	350	350	330
Forragem morta	390	380	370	330	340	310	280	260
			Média					
Forragem verde	727	722	724	738	747	739	758	755
BV + CV	313	319	309	324	331	346	361	340
Forragem morta	273	278	276	262	253	261	242	245

ANEXO 14 – Taxa de acúmulo de massa seca (MS) em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)								
Taxa de acúmulo de MS	87,0	101,0	113,0	131,0	106,0	127,0	111,0	115,0
Taxa de acúmulo de MS	93,0	124,0	165,0	193,0	221,0	202,0	245,0	252,0
Taxa de acúmulo de MS	89,0	71,0	134,0	172,0	185,0	199,0	217,0	226,0
Taxa de acúmulo de MS	63,0	59,0	111,0	143,0	156,0	165,0	188,0	171,0
Taxa de acúmulo de MS	37,0	42,0	28,0	19,0	32,0	23,0	39,0	46,0
Taxa de acúmulo de MS	37,0	42,0	28,0	19,0	32,0	23,0	39,0	46,0
Taxa de acúmulo de MS	72,2	78,2	105,9	125,5	132,9	136,1	151,6	153,8

ANEXO 15 – Acúmulo de massa seca (MS) em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(kg.ha ⁻¹)								
Acúmulo de MS	2.958	3.434	3.842	4.454	3.604	4.318	3.774	3.910
Acúmulo de MS	2.604	3.472	4.620	5.404	6.188	5.656	6.860	7.056
Acúmulo de MS	2.403	1.917	3.618	4.644	4.995	5.373	5.859	6.102
Acúmulo de MS	1.827	1.711	3.219	4.147	4.524	4.785	5.452	4.995
Acúmulo de MS	1.295	1.470	980	665	1.120	805	1.365	1.610
Acúmulo de MS	37,0	42,0	28,0	19,0	32,0	23,0	39,0	46,0
Acúmulo de MS	11.124	12.046	16.307	19.333	20.463	20.960	23.349	23.683

ANEXO 16 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos (DPBV) e densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos (DPBVR) em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(perfilhos.m ⁻²)								
				Avaliação 10/12/2000				
DPBV	428	461	424	413	395	421	395	443
DPBVR	428	461	424	413	395	421	395	443
				Avaliação 9/1/2001				
DPBV	433	412	503	532	528	545	513	538
DPBVR	433	412	503	532	528	545	513	538
				Avaliação 12/2/2001				
DPBV	442	432	542	556	565	490	588	576
DPBVR	442	432	542	556	565	490	588	576
				Avaliação 14/3/2001				
DPBV	478	467	459	513	522	519	557	543
DPBVR	478	467	459	513	522	519	557	543
				Avaliação 10/4/2001				
DPBV	485	459	478	452	466	497	458	493
DPBVR	510	490	492	480	483	521	477	525
				Avaliação 8/5/2001				
DPBV	493	508	519	531	514	528	521	588
DPBVR	520	527	554	564	545	567	554	622
				Média ponderada				
DPBV	455,7	448,8	483,2	496,0	497,5	497,9	504,5	522,8
DPBVR	461,8	455,7	487,6	503,0	502,2	504,4	509,7	530,5

ANEXO 17 – Concentração de proteína bruta na massa seca das amostras da metade superior da estrutura dos perfilhos em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(g.kg ⁻¹ de MS)								
				Avaliação 8/12/2000				
Proteína bruta	56	66	75	88	83	85	77	93
				Avaliação 7/1/2001				
Proteína bruta	76	79	88	88	108	93	85	141
				Avaliação 2/2/2001				
Proteína bruta	69	70	85	82	107	92	77	142
				Avaliação 5/3/2001				
Proteína bruta	69	73	81	85	102	88	120	120
				Avaliação 3/4/2001				
Proteína bruta	88	87	102	115	154	150	164	173
				Avaliação 4/5/2001				
Proteína bruta	90	92	109	118	153	152	163	161
				Média ponderada				
Proteína bruta	75	78	90	95	118	109	115	141

ANEXO 18 – Relação linear e quadrática das variáveis referentes à estrutura de perfilho e das características morfogênicas, da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000 a 6/5/2001; Fazenda Nossa senhora Aparecida, Astorga, região Noroeste do Paraná.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO LINEAR			MODELO QUADRÁTICO		
	R ²	F	P	R ²	F	P
NFT (n)	0,68	15,65	0,0075	0,72	9,83	0,0185
NFV (n)	0,80	29,6	0,0016	0,83	17,67	0,0054
NFM (n)	0,91	70,53	0,0002	0,96	79,89	0,0002
NFE (n)	0,18	1,13	0,3284	-0,16	0,51	.....
NFS (n)	0,90	76,84	0,0002	0,87	41,28	0,0008
MSEF (mg.cm ⁻¹)	-0,02	0,88	.....	-0,02	0,94	.....
CLFE (cm)	0,91	76,29	0,0001	0,94	53,54	0,0004
LVT (cm)	0,92	79,78	0,0001	0,92	43,90	0,0007
TDE (dia)	0,78	26,07	0,0022	0,89	30,70	0,0016
TEF.folha ⁻¹ (mm.dia ⁻¹)	0,90	64,15	0,0002	0,92	43,47	0,0007
TEF.folha ⁻¹ (mm. ⁰ C ⁻¹)	0,90	61,24	0,0002	0,92	41,22	0,0008
TEF.perfilho ⁻¹ (mm.dia ⁻¹)	0,89	58,34	0,0003	0,91	36,48	0,001
TEF.perfilho ⁻¹ (mm. ⁰ C ⁻¹)	0,89	59,61	0,0002	0,92	39,19	0,0009
TSF.folha ⁻¹ (mm. ⁰ C ⁻¹)	0,91	74,91	0,0001	0,90	31,86	0,0014
TSF.perfilho ⁻¹ (mm. ⁰ C ⁻¹)	0,91	73,0	0,0001	0,90	31,09	0,0015
TAF (n.dia ⁻¹)	0,81	31,04	0,0014	0,83	18,17	0,0051
Filocrono (dias)	0,48	7,48	0,0340	0,83	18,68	0,0048

ANEXO 19 – Variáveis referentes à estrutura de perfilho e das características morfológicas da pastagem de capim Tanzânia em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
NFT (n)	6,54	6,12	6,55	6,73	6,85	7,02	6,93	6,95
NFV (n)	5,63	5,26	5,70	5,97	6,13	6,30	6,27	6,33
NFM (n)	4,10	4,00	4,33	4,50	4,73	4,70	4,80	4,83
NFE (n)	1,53	1,26	1,37	1,47	1,40	1,60	1,47	1,50
NFS (n)	0,91	0,86	0,85	0,86	0,72	0,72	0,66	0,62
Perfilhos.m ⁻²	425	464	489	472	474	496	512	532
MSEF (mg.cm ⁻¹)	5,81	6,23	7,12	6,31	7,41	6,03	6,98	6,21
CLFE (cm)	23,05	24,18	25,37	25,25	26,67	27,04	27,32	27,71
LVT (cm)	79,97	77,85	91,46	89,42	105,19	110,24	116,15	108,52
TVF (dias)	30,88	27,70	33,09	36,54	43,95	42,73	46,64	51,78
TDE (dias)	15,51	16,37	12,46	10,76	9,95	10,99	8,96	10,10
TEFfolha ⁻¹ (mm.dia ⁻¹)	14,86	14,77	20,36	23,47	26,76	24,60	30,50	27,43
TEF.folha ⁻¹ (mm.°C ⁻¹)	0,0933	0,0923	0,1283	0,1471	0,1678	0,1538	0,1917	0,1711
TEF.perf. ⁻¹ (mm.dia ⁻¹)	22,73	18,61	27,90	34,50	37,46	38,74	44,84	41,15
TEF.perf. ⁻¹ (mm.°C ⁻¹)	0,1409	0,1155	0,1778	0,2169	0,2357	0,2431	0,2819	0,2574
TSF.folha ⁻¹ (mm.°C ⁻¹)	0,91	74,91	0,0001	0,90	31,86	0,0009	0,0009	0,0007
TSF.perf. ⁻¹ (mm.dia ⁻¹)	1,660	1,632	1,475	1,246	1,010	1,079	0,895	0,758
TSF.perf. ⁻¹ (mm.°C ⁻¹)	0,0104	0,0101	0,0092	0,0078	0,0063	0,0068	0,0056	0,0059
TAF (n.dia ⁻¹)	0,0986	0,0769	0,1099	0,1366	0,1406	0,145	0,164	0,148
Filocrono (dias)	10,138	12,990	9,095	7,318	7,108	6,869	6,093	0,673

ANEXO 20 – Rendimento animal por ha em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variável	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(kg.ha ⁻¹)			Período de avaliação 4/12-31/12/2000					
Rendimento animal	104,6	98,7	192,7	166,9	179,6	176,4	183,4	193,2
			Período de avaliação 1/1/2000-31/1/2001					
Rendimento animal	139,7	109,3	179,1	184,9	305,3	267,7	384,4	354,9
			Período de avaliação 1/2/-28/2/2001					
Rendimento animal	83,6	59,2	130,0	163,9	269,4	292,3	268,8	269,0
			Período de avaliação 1/3-31/3/2001					
Rendimento animal	79,9	65,6	135,4	178,1	336,8	214,8	231,3	318,8
			Período de avaliação 1/4-30/4/2001					
Rendimento animal	22,2	21,2	126,2	111,8	192,4	170,1	262,2	250,5
			Período de avaliação 1/5-6/5/2001					
Rendimento animal	4,4	4,2	22,9	22,4	24,1	18,9	24,4	24,1
			Média ponderada					
Rendimento animal	430,1	409,5	786,9	827,9	1.307,7	1.140,2	1.354,5	1.374,5

ANEXO 21 – Oferta de forragem, expressa em kg de MS.100 de massa corporal⁻¹.dia⁻¹, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 4/12/2000-6/5/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
			Período de avaliação 4/12-31/12/2000					
Oferta de forragem	15,91	18,18	9,95	11,23	12,23	11,80	10,65	13,80
			Período de avaliação 1/1/2000-31/1/2001					
Oferta de forragem	12,55	17,75	13,20	14,39	11,40	11,40	8,64	10,85
			Período de avaliação 1/2/-28/2/2001					
Oferta de forragem	18,96	25,45	15,23	13,96	10,98	9,37	11,58	11,92
			Período de avaliação 1/3-31/3/2001					
Oferta de forragem	17,36	22,12	14,51	12,87	8,65	12,68	12,46	9,13
			Período de avaliação 1/4-30/4/2001					
Oferta de forragem	60,69	66,87	10,91	10,62	8,64	8,32	6,41	7,43
			Período de avaliação 1/5-6/5/2001					
Oferta de forragem	255,48	280,05	46,36	43,24	49,46	56,41	43,16	53,14
			Média ponderada					
Oferta de forragem	17,99	23,45	14,09	13,82	11,87	12,51	11,22	12,22

ANEXO 22 – Massa de forragem (MF), massa de forragem verde (MFV), massa de lâminas de folhas verdes (MLFV), massa de bainhas verdes + colmos verdes (MBVVCV) e massa de forragem morta (MFM), durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis (kg.ha ⁻¹ de MS)	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	zero	zero	200	200	400	400	600	600
Amostragem 2/5/2001								
MF	4668	5041	5298	4884	5110	5207	5215	5733
MFV	2847	3126	3337	3272	3373	3592	3755	4243
MLFV	1587	1664	1695	1514	1891	1770	1930	2351
MBVVCV	1260	1462	1642	1758	1482	1822	1825	1892
MFM	1821	1915	1961	1612	1737	1615	1460	1490
Amostragem 5/6/2001								
MF	5200	5133	5194	5126	5322	5301	5216	5368
MFV	3120	3131	3272	3281	3566	3445	3547	3757
MLFV	1612	1437	1714	1794	1863	1802	1826	1825
MBVVCV	1508	1694	1558	1487	1703	1643	1721	1932
MFM	2080	2002	1922	1845	1756	1856	1669	1611
Amostragem 5/7/2001								
MF	4853	4537	5119	5164	5502	5389	5243	5393
MFV	2814	2677	3071	3305	3577	3718	3461	3452
MLFV	1310	1089	1331	1498	1706	1778	1678	1672
MBVVCV	1504	1588	1740	1807	1871	1940	1783	1780
MFM	2039	1860	2048	1859	1925	1671	1782	1941
Médias								
MF	4977	4971	5205	5070	5306	5296	5222	5472
MFV	2976	3025	3243	3284	3517	3548	3583	3818
MLFV	1536	1418	1621	1650	1834	1788	1820	1931
MBVVCV	1440	1607	1623	1634	1682	1760	1763	1886
MFM	2001	1946	1962	1786	1790	1748	1639	1655

ANEXO 23 – Relação linear e quadrática das variáveis componentes da resposta da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Período de 7/5 a 10/7/2001; Fazenda Nossa senhora Aparecida, Astorga, região Noroeste do Paraná.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO LINEAR			MODELO QUADRÁTICO		
	R ²	F	P	R ²	F	P
MF	0,73	20,26	0,0041	0,73	10,25	0,0170
MFV	0,93	94,08	0,0001	0,93	45,22	0,0006
MLFV	0,88	54,59	0,0003	0,89	29,62	0,0017
MBVCV	0,77	24,1	0,0027	0,72	10,04	0,0177
MFM	0,84	38,61	0,0008	0,81	16,35	0,0064
IAF	0,89	60,09	0,0002	0,92	39,55	0,0009
RLFV/BV+CV	-0,00	1,02	0,3517	-0,13	0,59	—
FV	0,94	110,43	0,00001	0,93	49,05	0,0005
LFV	0,83	35,47	0,0010	0,83	18,03	0,0052
BV+CV	0,53	8,88	0,0246	0,45	3,83	0,0979
MM	0,94	110,43	0,00001	0,93	49,05	0,0005
Solo descoberto	0,36	4,95	0,0677	0,49	4,31	0,0818
Solo cob. De liteira	0,55	9,63	0,0210	0,58	5,79	0,0499
Capim Tanzânia	-0,17	0,00	—	-0,40	0,00	—
Capim Estrela	-0,16	0,02	—	-0,38	0,03	—
Capim Colônia	-0,14	0,12	—	-0,31	0,17	—
Taxa acúmulo MS	0,98	317,80	0,00001	0,98	158,78	0,00001
Acúmulo de MS	0,98	317,72	0,00001	0,98	158,12	0,00001
Massa de perfilho	-0,15	0,07	—	-0,35	0,10	—
DPPBV	0,82	32,15	0,0013	0,873	25,15	0,0025
DPPBR	0,51	8,30	0,0280	0,92	41,17	0,0008
DPPBVR	0,79	28,01	0,0018	0,85	21,39	0,0035
DPPAV	-0,08	1,56	0,2576	-0,01	0,95	—
DIVMS	0,44	6,50	0,0435	0,33	2,72	0,1587
PB	0,98	414,42	0,00001	0,98	207,67	0,00001
FDN	-0,05	1,37	0,2869	-0,10	0,68	—

ANEXO 24 – Índice de área foliar (IAF) durante e após a fase reprodutiva da pastagem em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Tratamento	8/5/2001	Avaliação 6/6/2001	4/7/2001	Média
(kg.ha ⁻¹ de N)				
Zero	3,8	3,9	3,6	3,80
Zero	3,7	3,6	3,5	3,60
200	4,3	4,2	3,9	4,15
200	4,2	3,9	3,8	3,95
400	4,6	4,3	4,1	4,33
400	4,1	4,4	4,3	4,30
600	4,6	4,3	4,5	4,43
600	4,7	4,3	4,6	4,48

ANEXO 25 – Concentração na MS de forragem verde (FV), de lâmina de folha verde (LFV), de bainha verde + colmo verde (PBV+CV) e de forragem morta (FM), durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	zero	zero	200	200	400	400	600	600
(g.kg ⁻¹ de MS)								
	Amostragem 2/5/2001							
FV	610	620	630	670	660	690	720	740
LFV	340	330	320	310	370	340	370	410
BV + CV	270	290	310	360	290	350	350	330
FM	390	380	370	330	340	310	280	260
	Amostragem 5/6/2001							
FV	600	610	630	640	670	650	680	700
LFV	310	280	330	350	350	340	350	340
BV + CV	290	330	300	290	320	310	330	360
FM	400	390	370	360	330	350	320	300
	Amostragem 5/7/2001							
FV	580	590	600	640	650	690	660	640
LFV	270	240	260	290	310	330	320	310
BV + CV	310	350	340	350	340	360	340	330
FM	420	410	400	360	350	310	340	360
	Médias							
FV	598	608	623	648	663	670	686	697
LFV	309	284	311	325	346	338	348	352
BV + CV	289	324	312	323	317	332	338	345
FM	402	392	377	352	337	330	314	303

ANEXO 26 – Percentagem de solo coberto de liteira, durante e após a fase reprodutiva da pastagem, durante e após a fase reprodutiva do pasto, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(%)								
			Amostragem em 2/5/2001					
Solo cob. de liteira	1,0	5,4	5,3	5,3	2,2	2,9	4,1	2,5
			Amostragem em 5/6/2001					
Solo cob. de liteira	5,5	8,1	2,7	2,2	4,0	2,1	0,9	2,9
			Amostragem em 5/7/2001					
Solo cob. de liteira	4,3	6,3	2,5	2,5	2,3	2,3	1,7	1,8
			Médias					
Solo cob. de liteira	4,0	7,0	3,4	3,1	3,1	2,4	1,9	2,5

ANEXO 27 – Taxa de acúmulo de massa seca (TA) e acúmulo de massa seca (AMS), durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
			Período de amostragem 6/5 a 3/6/2001					
TA (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,9	1,8	3,8	1,9	5,2	6,1	7,5	8,3
AMS (kg de MS.ha ⁻¹)	26,1	52,2	110,2	55,1	150,8	176,9	217,5	240,7
			Período de amostragem 4/6 a 5/7/2001					
TA (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	2,1	0,9	4,2	5,3	5,9	6,9	9,7	10,6
AMS (kg de MS.ha ⁻¹)	67,2	28,8	134,4	169,6	188,8	220,8	310,4	339,2
			Média					
TA (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	1,5	1,3	4,0	3,7	5,6	6,5	8,7	9,5
AMS (kg de MS.ha ⁻¹)	93,3	81,0	244,6	224,7	339,6	397,7	527,9	579,9

ANEXO 28 – Densidade de perfilhos basilares vegetativos, densidade de perfilhos basilares reprodutivos e densidade de perfilhos basilares vegetativos e reprodutivos, durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(perfilhos.m ⁻²)								
			Avaliação 8/5/2001					
DPPBV	493	508	519	531	514	528	521	588
DPPBR	27	19	35	33	31	39	33	34
DPPBVR	520	527	554	564	545	567	554	622
			Avaliação 27/5/2001					
DPPBV	426	451	487	492	508	527	519	534
DPPBR	24	23	30	34	36	33	36	33
DPPBVR	450	474	517	526	544	560	555	567
			Avaliação 16/6/2001					
DPPBV	448	489	504	527	491	501	522	542
DPPBR	19	17	32	26	37	29	29	27
DPPBVR	467	506	536	553	528	530	551	569
			Avaliação 3/7/2001					
DPPBV	412	431	509	443	503	539	531	516
DPPBR	16	18	27	24	23	19	22	26
DPPBVR	428	449	536	467	526	558	553	542
			Médias					
DPPBV	443	454	501	503	503	520	522	543
DPPBR	22	20	31	30	33	31	31	30
DPPBVR	465	474	533	533	536	551	553	573

ANEXO 29 – Proteína bruta (PB) e digestibilidade “*in vitro*” da massa seca (DIVMS), durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
(g.kg ⁻¹ de MS)								
			Avaliação 4/5/2001					
PB	9,0	9,2	10,9	11,8	15,3	15,2	16,3	16,1
DIVMS	57,0	60,5	59,6	61,7	61,0	62,2	58,1	60,9
			Avaliação 6/6/2001					
PB	8,2	8,3	12,2	11,6	13,1	13,1	16,9	16,3
DIVMS	60,4	64,6	66,4	62,2	63,4	64,0	70,2	63,8
			Avaliação 4/7/2001					
PB	8,5	8,5	12,2	12,0	12,8	12,6	16,3	15,3
DIVMS	61,4	60,8	60,2	62,0	62,8	63,2	66,7	63,7
			Médias					
PB	8,5	8,6	11,9	11,7	13,6	13,6	16,6	16,0
DIVMS	59,7	62,6	63,1	62,0	62,6	63,3	66,1	63,0

ANEXO 30 – Médias de ganho médio diário (GMD) e ganho de massa corporal acumulada (GMCA), durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
GMD (kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹)	0,474	0,466	0,477	0,483	0,529	0,557	0,539	0,536
GMCA (kg.animal ⁻¹)	27,5	27,0	27,7	28,0	30,7	32,3	31,3	31,7

ANEXO 31 – Relação linear e quadrática das variáveis componentes da resposta animal da pastagem de capim Tanzânia adubada com diferentes doses de nitrogênio. Período de 7/5 a 10/7/2001; Fazenda Nossa senhora Aparecida, Astorga, região Noroeste do Paraná.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	MODELO LINEAR			MODELO QUADRÁTICO		
	R ²	F	P	R ²	F	P
GMD	0,74	20,70	0,0039	0,70	9,32	0,0206
GMCA	0,78	26,03	0,0022	0,74	11,25	0,0141
Carga animal	0,88	51,36	0,0004	0,87	25,35	0,0024
Animais.dia	0,87	48,59	0,0004	0,89	29,98	0,0016
Rendimento animal	0,93	92,46	0,0001	0,94	59,36	0,0003
Oferta de forragem	0,68	15,78	0,0073	0,75	11,61	0,0132
Oferta de laminas	0,63	13,08	0,0111	0,71	9,69	0,019

ANEXO 32 – Carga animal por período e na média, animais.dia por ha por período e no total e rendimento animal por ha, durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
Período 7/5 a 2/6/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	312,4	259,7	540,5	497,8	461,5	450,0	774,0	566,8
Animais.dia.ha ⁻¹ (n ⁰)	47,8	43,5	77,1	70,4	71,7	63,8	103,9	75,7
Período 3/6 a 3/7/2001								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	344,2	279,4	581,4	513,7	702,8	696,1	831,7	790,6
Animais.dia.ha ⁻¹ (n ⁰)	54,9	50,0	88,6	80,9	108,8	107,9	119,2	115,0
Médias								
Carga animal (kg.ha ⁻¹)	329,4	270,2	562,4	515,9	590,5	581,5	804,9	686,4
Total								
Rendimento animal (kg.ha ⁻¹)	48,7	43,6	79,0	73,1	95,6	95,5	102,2	120,3
Total								
Animais.dia.ha ⁻¹ (n ⁰)	102,7	93,5	165,7	151,3	180,5	171,7	223,1	190,7

ANEXO 33 – Oferta de forragem e oferta de lâminas de folhas verdes (OLFV), expressas em kg de MS.100 kg massa corporal⁻¹.dia⁻¹, por período e na média, durante e após a fase reprodutiva da pastagem, em função de doses de nitrogênio. Período experimental 7/5-10/7/2001.

Variáveis	Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)							
	Zero	Zero	200	200	400	400	600	600
Período 7/5 a 2/6/2001								
Oferta de forragem	58,8	73,24	36,65	37,61	42,98	44,59	25,92	37,73
OLFV	18,96	22,11	11,68	12,30	15,06	14,69	8,98	13,64
Período 3/6 a 3/7/2001								
Oferta de forragem	47,72	56,13	29,33	32,21	25,67	25,76	21,45	23,29
OLFV	13,70	14,58	8,44	9,98	8,19	8,29	6,79	7,13
Média								
Oferta de forragem	52,9	64,10	32,73	34,72	33,73	34,52	2,53	28,40
Média								
OLFV	16,14	18,08	9,95	11,06	11,39	11,27	7,81	10,16